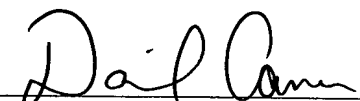


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Nobuyuki Suzuki
Serial No.:
Conf. No.:
Filed: 04/14/2004
For: STORAGE MEDIUM AND
METHOD FOR ACTUATOR
MOVEMENT CONTROL
Art Unit:
Examiner:

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: MS Patent Application, Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313-1450, on this date.

4/14/04
Date


Express Mail No. EV 032736176 US

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant claims foreign priority benefits under 35 U.S.C., § 119 on the basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2003-388146, filed November 18, 2003

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By



Patrick G. Burns
Registration No. 29,367

April 14, 2004
300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312.360.0080
Facsimile: 312.360.9315

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: November 18, 2003

Application Number: No. 2003-388146

[ST.10/C]: [JP 2003-388146]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

February 2, 2004

Commissioner,
Patent Office

Yasuo Imai (Seal)

Certificate No. 2004-3005144

0941.70288
312.360.0080

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 1 8 日
Date of Application:

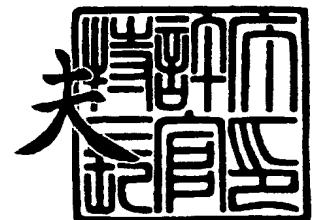
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 8 8 1 4 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 8 8 1 4 6]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 5 1 4 4

【書類名】 特許願
【整理番号】 0352524
【提出日】 平成15年11月18日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 G11B 21/12
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社
 内
 【氏名】 鈴木 伸幸
【特許出願人】
 【識別番号】 000005223
 【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100070150
 【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿 4 丁目 2 0 番 3 号 恵比寿ガーデンプレイス
 タワー 3 2 階
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊東 忠彦
 【電話番号】 03-5424-2511
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 002989
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0114942

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

ディスク媒体と、
前記ディスク媒体上を浮上してディスク媒体に情報を記録再生するヘッドと、
前記ヘッドを支持すると共に前記ディスク媒体の半径方向に移動するアクチュエータと、
前記アクチュエータを駆動する駆動手段と、
前記アクチュエータの移動速度を検出する速度検出手段と、
前記速度検出手段により検出された移動速度と所定の目標速度とのずれ量に基づいてフィードバック制御により速度制御を実行する速度制御手段と、
前記ディスクの領域外に配置され、前記ヘッドのアンロード及びロードを行うランプと、
を備えた記憶装置であって、
前記ヘッドの位置を検出する位置検出手段を備え、
前記ヘッドのロードまたはアンロード動作時に前記位置検出手段により検出された位置が所定の位置に達したかどうかの位置判定を行う位置判定手段と、
前記速度制御手段が、前記位置判定に基づいて、フィードバック制御の帯域を広帯域側に切換える帯域切換え手段、あるいは所定のフィードフォワード制御操作量を前記フィードバック制御の制御操作量に付加するフィードフォワード補償手段を有することを特徴とする記憶装置。

【請求項 2】

前記位置判定により前記所定の位置に達した場合に、前記帯域切換え手段が広帯域側に切換え、あるいは、前記フィードフォワード補償手段がフィードフォワード制御操作量を付加することを特徴とする請求項 1 記載の記憶装置。

【請求項 3】

前記位置判定により前記所定の位置に達した場合は、前記ずれ量が所定量を超えるかどうかを判定する速度変化判定手段を更に備え、
前記判定により前記所定量を超えた場合に、前記帯域切換え手段が広帯域側に切換え、あるいは、前記フィードフォワード補償手段がフィードフォワード制御操作量を付加することを特徴とする請求項 1 記載の記憶装置。

【請求項 4】

前記ヘッドのアンロード動作時において、前記所定の位置は、前記ヘッドがランプに略当たる位置であることを特徴とする請求項 1～3 のうち、いずれか一項記載の記憶装置。

【請求項 5】

ディスク媒体上を浮上してディスク媒体に情報を記録再生するヘッドを支持すると共に、
前記ディスク媒体の半径方向に回転し、前記ディスクの領域外に配置されたランプにより前記ヘッドのアンロード及びロードを行うアクチュエータの移動速度を検出し、該移動速度と所定の目標速度とのずれ量に基づいてフィードバック制御により速度制御を実行するアクチュエータの移動制御方法であって、
前記ヘッドのロードまたはアンロード動作時にヘッドの位置を検出する第 1 のステップと、
前記ヘッドが所定の位置に達したかどうかの位置判定を行う第 2 のステップと、
前記第 2 のステップの位置判定に基づいて、速度制御の帯域を広帯域側に切換え、あるいは所定のフィードフォワード制御操作量を前記フィードバック制御の制御操作量に加える第 3 のステップと、を備えることを特徴とするアクチュエータの移動制御方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】記憶装置及びアクチュエータの移動制御方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、ランプロード・アンロード方式のアクチュエータを備えた記憶装置とアクチュエータ移動制御方法に係り、特にロード及びアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

記憶装置、例えばハードディスク装置では、近年記録密度を向上するための技術開発が加速され、100%の年率で単位面積当たりの記録密度が向上している。記録密度を向上するための一つの技術課題としては、再生特性の向上が挙げられる。磁気ヘッドは磁気ディスク上を一定の浮上量を保持して浮上し記録再生を行っている。再生特性は浮上量が小さい程特性が向上するため、現在の最新技術では10nm程度まで低減されている。

【0003】

このような微小な浮上量を実現するためには、磁気ヘッドや磁気ディスクの表面を平滑にする必要が生じた。従来はCSS（コンタクト・アンド・ストップ）方式が採用されていたため、非動作時に磁気ヘッドと磁気ディスクとの吸着を防止するために磁気ディスク表面にテクスチャ（表面に形成された凹凸）加工が施されていた。しかし、表面の平滑性を向上するために、表面の凹凸を低減すると磁気ヘッドー磁気ディスク間の吸着が顕著となった。そこで、非動作時は磁気ヘッドが磁気ディスクの領域から移動し、ランプと呼ばれる部材に退避するランプロード・アンロード方式が採用されるようになってきた。

【0004】

ランプロード・アンロード方式は、磁気ディスク表面の平滑性向上と共に、非動作時に磁気ヘッドと磁気ディスクとが接触することがないため耐衝撃性の向上を図れるので、ノートパソコンの携帯時の衝撃等による障害の発生を防止することができ、記憶装置に盛んに採用されている。

【0005】

図1は、ランプロード・アンロード方式を説明するための図である。図1に示すように、磁気ヘッド100のアンロード動作は、位置Aに示す磁気ディスク101上を浮上する磁気ヘッド100を支持するアクチュエータ102が図の右方向に移動し、アクチュエータ102に形成されたリフトタブ103が、磁気ディスク101に近接して配置されたランプ104に接触し（位置Bに示す。）、ランプのスロープ部に掛かりながら上方に引き上げられ、さらに右方向へ移動し磁気ディスク101の領域から磁気ヘッド100が退避される（位置Cに示す。）、一連の動作からなる。位置Cでは、磁気ヘッド100は磁気ディスク101に接触することがないので、衝撃等の外力が付加されても磁気ヘッド100と磁気ディスク101の破損等が回避される。

【0006】

また、ロード動作はアンロード動作と逆の動作であり、位置C→位置B→位置Aの順に移動する。位置Bでは、磁気ヘッド100と磁気ディスク101との間に形成されるエアベアリング（空気流）により、安定して磁気ディスク101上を浮上することができる。

【0007】

アンロード動作時における磁気ヘッド100ー磁気ディスク間にエアベアリングが形成されている状態から引き上げられる際や、ロード動作時における磁気ヘッド100が下降してエアベアリングが形成される際は、ランプ104からリフトタブ103が受ける上方向の力に対して、リフトタブ103が設けられているアクチュエータ102にはバネ性のサスペンションが設けられているので下方向に力が働くので、例えばアンロード動作時は磁気ヘッド100の上方向の速度が低下すると磁気ヘッド100が磁気ディスク101表面に接触する懸念がある。また、ロード動作時に磁気ヘッド100の下方向の速度が過度に増加しても同様のおそれがある。

【0008】

したがって、アクチュエータ102の移動速度を一定の範囲の速度に制御することにより、磁気ヘッド100の磁気ディスク101に垂直方向の速度を一定の範囲に制御して、磁気ディスク101表面に接触することを回避することが提案されている。

【0009】

すなわち、垂直方向の速度は、ランプ104の形状とアクチュエータ102の水平方向の移動速度により決まってくる。水平方向の速度は、アクチュエータ102を駆動するVCMの制御に依存する。図2は、アクチュエータ102の従来のフィードバック制御を実行した場合の速度変化を示す図であり、フィードバック制御の帯域を固定して行ったものである。なお、アンロード方向（図2の右方向）のアクチュエータの速度を負値として表す。例えばアンロード動作時の速度が増加した場合、図2では負側（下側）に変化するように示す。

【0010】

リフトタブ103がランプ104に衝突すると（位置B）、アクチュエータ102の移動速度が著しく低下し、図2に示す実線のように変化する。このような場合、磁気ヘッド100の垂直方向の速度が低下し、磁気ヘッド100が磁気ディスク表面に接触するおそれ大となる。

【0011】

かかる問題を解決する手法として、リフトタブ103がランプ104に衝突する際の移動速度の低下やVCM制御操作量の増加を検出し、フィードバック制御のゲインを増加し、あるいはフィードフォワード操作量を付加して速度低下を抑制する手法が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開2001-052458号公報

【特許文献2】特開2001-155455号公報

【特許文献3】特開2003-196939号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、上述した手法では、図2に示すように移動速度低下を検出するための速度の閾値は、目標速度に対して、外部から加わる振動や衝撃による生じる速度変化に影響を受けない程度の閾値を設ける必要がある。このような場合、衝突後から移動速度低下等により衝突を検出するまでの検出時間 Δt が増加し、検出時間 Δt の間は速度低下に対して何ら対応することができず、図2に破線で示す速度低下を抑制することができないという問題がある。

【0013】

さらに、使用上の快適性に関連する磁気ヘッドのアンロード動作及びロード動作の更なる高速化の要求がある。検出時間 Δt を短縮し、かつアクチュエータの移動速度を増加させる必要がある。しかしながら、検出時間 Δt を短縮するため閾値を目標速度に近い値とすると誤検出が発生しかえって大きな速度変化が発生する。また、フィードバック制御の高ゲイン化では発振を誘発し易くなる等の移動速度制御の安定性が劣化するという問題がある。

【0014】

そこで、本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、本発明の目的は、優れた耐衝撃性及び耐振動性能を有し、高速で安定性の優れたロード・アンロード動作が可能な記憶装置及びアクチュエータの移動制御方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の一観点によれば、ディスク媒体と、前記ディスク媒体上を浮上してディスク媒体に情報を記録再生するヘッドと、前記ヘッドを支持すると共に前記ディスク媒体の半径

方向に移動するアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動する駆動手段と、前記アクチュエータの移動速度を検出する速度検出手段と、前記速度検出手段により検出された移動速度と所定の目標速度とのずれ量に基づいてフィードバック制御により速度制御を実行する速度制御手段と、前記ディスクの領域外に配置され、前記ヘッドのアンロード及びロードを行うランプと、を備えた記憶装置であって、前記ヘッドの位置を検出する位置検出手段を備え、前記ヘッドのロードまたはアンロード動作時に前記位置検出手段により検出された位置が所定の位置に達したかどうかの位置判定を行う位置判定手段と、前記速度制御手段が、前記位置判定に基づいて、フィードバック制御の帯域を広帯域側に切換える帯域切換え手段、あるいは所定のフィードフォワード制御操作量を前記フィードバック制御の制御操作量に付加するフィードフォワード補償手段を有する記憶装置が提供される。

【0016】

本発明によれば、ヘッドのロード又はアンロード動作時に、位置検出手段により検出されたヘッドの位置を位置判定手段により所定の位置に達したか否かを判定し、その判定結果に基づいてフィードバック制御の帯域を広帯域側に切換え、あるいは所定のフィードフォワード制御操作量を前記フィードバック制御の制御操作量に付加している。したがって、所定の位置、例えばアンロード動作時のランプに衝突する位置や、ロード動作時のランプのスロープを下降する位置において、急速な速度低下等の速度変化が発生する前あるいは発生と同時に、迅速で確実に制御操作量を増減することができる。また、位置に基づいて広帯域化あるいはフィードフォワード制御操作量の付加をしているので、外部からの衝撃や振動の影響を受けることがなく、従来の制御方法のようなアクチュエータの速度変化の少ない位置での誤動作を起こすことがなく安定性の優れたロード・アンロード動作が可能となる。

【0017】

前記位置判定により前記所定の位置に達した場合に、前記帯域切換え手段が広帯域側に切換え、あるいは、前記フィードフォワード補償手段がフィードフォワード制御操作量を付加してもよい。位置判定により直接、広帯域化／フィードフォワード制御操作量付加を行うので、アクチュエータの移動制御が迅速、容易でかつ簡易化される。

【0018】

前記位置判定により前記所定の位置に達した場合は、前記ずれ量が所定量を超えるかどうかを判定する速度変化判定手段を更に備え、前記判定により前記所定量を超えた場合に、前記帯域切換え手段が広帯域側に切換え、あるいは、前記フィードフォワード補償手段がフィードフォワード制御操作量を付加してもよい。位置判定により所定の位置に達した場合にのみアクチュエータの速度変化判定を行い、判定に応じて広帯域化／フィードフォワード制御操作量付加を行うので、速度変化判定の検出感度を高く、例えば目標速度からのずれ量の閾値を小さくすることができる。また、速度変化の少ない通常の位置においては速度変化判定を行わないので外部からの衝撃や振動の影響を受けて誤動作することなく、制御が不安定になることもない。

【0019】

本発明の他の観点によれば、ディスク媒体上を浮上してディスク媒体に情報を記録再生するヘッドを支持すると共に、前記ディスク媒体の半径方向に回動し、前記ディスクの領域外に配置されたランプにより前記ヘッドのアンロード及びロードを行うアクチュエータの移動速度を検出し、該移動速度と所定の目標速度とのずれ量に基づいてフィードバック制御により速度制御を実行するアクチュエータの移動制御方法であって、前記ヘッドのロードまたはアンロード動作時にヘッドの位置を検出する第1のステップと、前記ヘッドが所定の位置に達したかどうかの位置判定を行う第2のステップと、前記第2のステップの位置判定に基づいて、速度制御の帯域を広帯域側に切換え、あるいは所定のフィードフォワード制御操作量を前記フィードバック制御の制御操作量に加える第3のステップと、を備えることを特徴とするアクチュエータの移動制御方法が提供される。

【0020】

本発明によれば、ヘッドのロード又はアンロード動作時にヘッドの位置を検出して位置

判定を行い、位置判定に基づいて広帯域化／フィードフォワード制御操作量付加を行うので、迅速かつ安定性よくアクチュエータの移動速度を制御することができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、ヘッドの位置に基づいてアクチュエータの移動速度制御を行っているので、外部からの衝撃や振動による移動速度制御の誤動作を防止するとともに、迅速かつ安定な帯域切換え等によりヘッドの目標速度からの速度変化を低減することができ、高速で安定性の優れたロード・アンロード動作が可能な記憶装置及びアクチュエータの移動制御方法を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

【0023】

(第1の実施の形態)

図3は、本発明の第1の実施の形態に係る磁気ディスク装置の平面図である。図3を参照するに、磁気ディスク装置10は、大略して、磁気ディスク11と、磁気ディスク11に情報を記録再生する磁気ヘッド12と、これらを格納するディスクエンクロージャ13などから構成されている。

【0024】

磁気ディスク11は強化ガラスなどの円盤状の基板に、情報が磁化の方向として保持される磁性層や、磁性層表面に設けられ磁性層の機械的な損傷や酸化などを防止するための保護膜や、保護膜上に形成された潤滑層などから構成される。磁性層は、磁化が基板と平行となる面内記録方式であってもよく、磁化が基板と垂直に形成される垂直磁化膜であってもよい。磁性層の材料は、例えばCoCrPtBなどのCoCrPt系合金などの公知の強磁性材料が挙げられる。磁気ディスク11は、ハブ17により固定されスピンドルモータ(SPM)(不図示)により駆動回転される。磁気ディスク11は、1枚でもよく、複数枚が離隔して上下方向に積層されていてもよい。

【0025】

磁気ディスク11には、磁気ヘッド12がシリンダ(不図示)に対してトラッキングするためのサーボ情報(不図示)が記録されている。磁気ヘッド12がサーボ情報を読み取りながらトラッキングを行い、シリンダに記録されたデータを読みとることができる。

【0026】

磁気ヘッド12は、磁気ディスク11に対向して設けられ、アクチュエータ14の先端に接続されたサスペンション15に支持されている。磁気ヘッド12には記録再生を行う例えば記録用の誘導型記録素子と再生用の磁気抵抗効果型素子が設けられている。誘導型記録素子は、面内記録方式では例えばリング型素子、垂直記録では単磁極素子が用いられる。磁気抵抗効果型素子は、例えばGMR(スピンバルブ型磁気抵抗効果型素子)、TMR(トンネル磁気抵抗効果型素子)、BMR(バリスティック磁気抵抗効果型素子)などを用いることができる。磁気ヘッド12は、磁気ディスク11の一面毎に1個設けられている。ただし、総ての磁気ディスク11に磁気ヘッド12が設けられる必要はない。

【0027】

アクチュエータ14は、その基部に設けられているVCM16がその上下に設けられた永久磁石18から受ける磁界との作用力により回転軸19を中心として、磁気ディスク11面に平行で磁気ディスク11の半径方向(以下、「面内方向」という。)に回動する。アクチュエータ14の先端には、サスペンション15が設けられ、SUSなどの薄板により形成されている。さらにサスペンション15の先端にランプ20に掛かり磁気ヘッド12を、磁気ディスク11面に垂直方向(以下、単に「垂直方向」という。)に引き上げるためのリフトタブ21が設けられている。なお、リフトタブは図3に示すようにサスペンション15の先端中央部に一端が固着され、他端がサスペンション15の長手方向外側に延在しているものに限られず、サスペンション先端側部に一端が固着されていてもよい。

【0028】

ランプ20は、磁気ディスク11の外周側に近接して、アクチュエータ14の回転に伴ってリフトタブ21が通過する周上に設けられ、アクチュエータ14の面内方向の動作に対して、垂直方向の動作を加えるように設けられている。また、磁気ヘッド12の移動範囲を制限するために、アクチュエータ14の基部14a、14bが回転する領域にはアウトーストップ22とインナーストップ23が設けられ、基部14a、14bが接触してアクチュエータ14が停止するようになっている。

【0029】

磁気ヘッド12の記録再生信号は、磁気ヘッド12とフレキシブルプリント回路板(FPC)24などを介してプリアンプ25を経て、筐体の下側に設けられた電子基板(図示されず)に配置されるHDCのIC等と接続されている。スピンドルモータやVCM16を駆動制御するドライバのIC等も同様に電子基板に配置されている。なお、図示されていない上蓋によりディスクエンクロージャ13が封止され外部雰囲気からのダスト等の混入が防止されるようになっている。

【0030】

図4は、本実施の形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図である。図4を参照するに、磁気ディスク装置10は、上述した磁気ディスク11、磁気ヘッド12、アクチュエータ14、SPM26、VCM16、ランプ20及びプリアンプ25と、VCM・SPMドライバ30、コントローラ31、RDC(リード・ライト・チャネルIC)32、HDC(ハードディスク・コントローラ)33などから構成されている。

【0031】

SPM26は、磁気ディスク11にハブ17を介して機械的に接続され、VCM・SPMドライバ30のSPM駆動回路34から供給されたSPM駆動電流(SPM Drive Current)により磁気ディスク11を高速回転させる。

【0032】

VCM16は、VCM・SPMドライバ30のVCM駆動回路35から供給されたVCM駆動電流により、アクチュエータ14を面内方向に駆動すると共に、VCM駆動電流の大きさ及び方向により移動速度が制御される。VCM16には、アクチュエータ14が移動すると、その移動速度に比例する逆起電力が発生する。VCM・SPMドライバ30のVCM逆起電力検出回路36はVCM16の逆起電力の大きさを検出し、AD変換後、逆起電力の大きさをBEMF値としてコントローラ31に送出する。

【0033】

コントローラ31は、MPU(マイクロプロセッサ)38、メモリ39、MPU38とVCM・SPMドライバ30やRDC32、HDC33と接続するI/O回路(説明の便宜のため図示を省略する。)などから構成されている。メモリ39には、後述するフローチャートに示すプログラムやパラメータ、フィードフォワード(以下、「FF」と略称する。)制御操作量のテーブルなどが格納されている。MPU38は、メモリ39に格納されたプログラム等と、VCM駆動回路35から供給されたBEMF値に基づいて、VCM駆動回路35等に制御信号を送出し制御を行う。

【0034】

また、コントローラ31はHDC33により発行されたロード命令及びアンロード命令を受信して、MPU38により後述する処理を行うと共にMPU38からVCM駆動回路35にVCM制御信号が送出される。

【0035】

プリアンプ25は、記録信号を記録電流に変換し、また磁気ヘッド12が磁気ディスク11から再生した再生信号及びサーボ信号を増幅しRDC32に送出する。

【0036】

RDC32は、増幅された再生信号を信号処理回路40によりリードデータを復調し、HDC33に送出する。また、RDC32は、サーボ復調器41によりサーボ信号から磁気ヘッドの位置を示すヘッド位置信号に復調し、コントローラ31のMPU38に送出す

る。

【0037】

図5は、アクチュエータのリフトタブとランプとの位置関係を拡大して示す平面図である。図6は、図5のX-X矢視図である。なお、X-X線はアクチュエータ14が回転する軌跡に沿ったものである。

【0038】

図5及び図6を参照するに、アクチュエータ14は、磁気ディスク装置10が動作時から非動作時に移行する場合はアンロード動作を行い、磁気ヘッド12を、磁気ディスク11上に浮上している状態から磁気ディスク11の領域以外に位置する退避位置P5まで退避させる。ここで、磁気ヘッド12が最アウト（最外周）のシリンダ45にオントラック状態で位置しているとする（位置P0）。図4に示すHDC33からアンロード命令がコントローラ31に送出されると、コントローラ31のMPU38よりアクチュエータ14を磁気ディスク11の外側方向に移動するためのVCM制御信号が送出され、アクチュエータ14が図5及び図6に示す矢印X1方向に移動し、リフトタブ21がランプ20のスロープ部SL1に衝突する（位置P1）。さらに、VCM制御信号が送出されリフトタブ21はスロープ部SL1に沿って上昇し、平坦部FL1及び下降のスロープ部SL2を通過し、退避位置P5において停止する。退避位置P5は例えば、図3に示すVCM16がアウトーストップ22に接触した位置とする。なお、スロープ部SL1と平坦部FL1との境界の位置をP2、平坦部FL1とスロープ部SL2との境界の位置をP3、スロープ部SL2と平坦部FL2との境界の位置をP4とする。

【0039】

図7は、本実施の形態の図4に示す磁気ディスク装置10に適用される、速度フィードバック（以下、「FB」と略称する。）制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図である。

【0040】

図7を参照するに、本制御方法は、VCM16に接続したVCM逆起電力検出器36から得られるアクチュエータの移動速度に比例するBEMF値と目標速度（図4に示すメモリ39に保持される。）とのずれ量をコンパレータ45により求め、PI制御器46により制御操作量をVCM駆動回路35を介してVCM16に送出する。そして、本制御方法は、VCM逆起電力検出器36から受信したBEMF値に基づいて位置検出器48がリフトタブ21の位置を求め、その位置に応じて位置判定器49から帯域切換え信号を送出して帯域切換え器47によりPI制御器46によるPI制御の帯域を切換えるようになっていることに主な特徴がある。

【0041】

より具体的に説明すると、VCM逆起電力検出器36は、VCM16に生じる逆起電力をBEMF値として位置検出手段に送出する。位置検出器48は基準位置からBEMF値を加算（すなわち積分）してリフトタブ21の現在位置を求め、リフトタブ21の現在位置信号として位置判定器49に送出する。位置判定器49では、位置閾値Th1～Th5（図4に示すメモリ39に保持される）と、現在位置信号を比較し、判定結果に応じて帯域切換え信号として帯域切換え器47に送出する。帯域切換え器47は、帯域切換え信号に応じてPI制御器46のPI制御の帯域を切換える処理を行う。ここで、基準位置は、例えば図6に示す最アウトシリンダP0であり、位置閾値Th1～Th5は、図6に示すP1～P5にそれぞれ対応するように予め決められたものである。

【0042】

帯域切換え器47は、PI制御器46によるPI制御の帯域を広帯域と、広帯域よりも狭い通常帯域の2つの帯域を切換えることができるようになっている。通常帯域に設定されている場合は、例えばFBループのゲインが低いパラメータに設定されていることを意味し、広帯域に設定されている場合は、FBループのゲインが高いパラメータに設定されていることを意味する。すなわち、コンパレータ45によって出力された制御偏差に対して、広帯域に設定されている場合は制御操作量が通常帯域の場合よりも大きくなる。こ

でPI制御の帯域は、比例ゲイン K_p と積分ゲイン K_i により決まり、一般に広帯域では通常帯域よりも K_p を高く設定し、 K_i は、 K_p の増加により発振しない範囲に適宜設定され、広帯域の場合の K_i は通常帯域の場合の K_i に対して高い場合もあり、低い場合もある。

【0043】

なお、図7に示すコンパレータ45、PI制御器46、帯域切換え器47、位置検出器48、及び位置判定器49により実行される各処理は、図4に示すコントローラ31のMPU38により処理が実行される。

【0044】

[アンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法]

次に、本実施の形態のアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を説明する。

【0045】

図8は磁気ヘッドのアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート、図9はアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図であり、(A)はリフトタブの位置を模式的に示す図であり、(B)は位置閾値及びIntglBEMF値、(C)はPI制御器の帯域、及び(D)は磁気ヘッドの移動速度と、それぞれリフトタブの位置との関係を示す図である。なお、図9の(A)～(D)の横軸は基準位置を基準とした位置を示している。また、図9(A)において、リフトタブ21のみを示し磁気ヘッドの図示を省略している。

【0046】

図8を参照すると共に適宜図9を参照するに、図4に示すHDC33からのアンロード命令によりコントローラ31のMPU38の基準位置からの距離を示すIntglBEMF値を0、帯域切換え器47のPI制御の帯域を通常帯域に設定する(S102)。ここでは、磁気ヘッドは最アウトのシリンダに位置しているとする。すなわち、基準位置P0を最アウトのシリンダとする。最アウトのシリンダは最もランプに近いシリンダであるので、以下に説明するIntglBEMF値にノイズ等による誤差が加入する可能性が低くなり、正確にリフトタブの位置を求めることができる。もちろん、基準位置は最アウトのシリンダに限定されず外周側のシリンダであってもよい。なお、アンロード命令を受信した際に磁気ヘッドが最アウトのシリンダ以外に位置している場合は、一旦最アウトのシリンダに通常のシーク動作により移動し、その後にS102を実行する。通常のシーク動作時の磁気ヘッドの移動速度はアンロード動作時よりも大幅に大きく、このようにシーク動作を行うことによりアンロード動作に要する時間を短縮することができる。

【0047】

次いで、アクチュエータを起動するために、MPUからVCM駆動回路を介してVCMに打ち出し電流を送出する(S104)。打ち出し電流はFF制御により所定の電流量が送出される。ここでアクチュエータの移動速度制御のためのFB制御が実行される。

【0048】

アクチュエータが起動することによって発生したVCMの逆起電力をVCM逆起電力検出器によりBEMF値として検出し、MPUのVbemf値に取り込む(S106)。次いで、Vbemf値をIntglBEMF値に加算する(S108)。次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th1以上かどうかを判定する(S110)。IntglBEMF値が位置閾値Th1よりも小さい場合は、IntglBEMF値が位置閾値Th1以上になるまでS106～S110を繰り返し、アクチュエータを目標速度にしたがって移動制御する。

【0049】

IntglBEMF値が位置閾値Th1以上になった場合は、図9(C)に示すように、帯域切換え器47の帯域を広帯域側に切換える(S112)。図9(B)に示すように、IntglBEMF値が位置閾値Th1に等しいということは、図9(A)に示すようにリフトタブ21が位置P1にはほぼ達し、リフトタブ21がランプ20にはほぼ衝突したことになる。本制御方法では、従来の制御方法のようなリフトタブ21が衝突したことを速度低下等により検出して切換えるのではなく、位置に基づいてPI制御の帯域を切換えるので、切換えの時

間的遅れを抑制することができ、特に図9 (D) に実線で示すようにランプ20に衝突した直後の顕著な速度低下 (図9 (D) に破線で示す。) を効果的に抑制することができる。次いで広帯域の設定のままリフトタブ21はランプ20のスロープ部SL1に沿って上方に移動する。この間もIntglBEMF値にVbemf値を加算する (S114、S116)。

【0050】

次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th2以上かどうかを判定する (S118)。IntglBEMF値が位置閾値Th2よりも小さい場合は、S114～S118を繰り返し、広帯域のままアクチュエータを移動制御する。IntglBEMF値が位置閾値Th2以上になった場合は、図9 (C) に示すように、帯域切換え器47の帯域を通常帯域に切換える (S120)。図9 (A) に示すようにリフトタブ21がスロープ部SL1と平坦部FL1の境界部P2に達したことになる。平坦部FL1では、PI制御を広帯域にするよりも、帯域の低い通常帯域の方が制御が安定する。

【0051】

次いで、さらにIntglBEMF値にVbemf値を加算を続け (S122、S124)、IntglBEMF値が位置閾値Th3以上かどうかを判定する (S126)。IntglBEMF値が位置閾値Th3よりも小さい場合は、IntglBEMF値が位置閾値Th3以上になるまでS122～S126を繰り返し、アクチュエータを目標速度にしたがって移動制御する。

【0052】

IntglBEMF値が位置閾値Th3以上になった場合は、図9 (C) に示すように、帯域切換え器47の帯域を広帯域に切換える (S128)。IntglBEMF値が位置閾値Th3に等しいということは、図9 (A) に示すようにリフトタブ21が平坦部FL1とスロープ部SL2の境界部P3に達したことになる。本制御方法では、スロープ部SL2を降下する際も位置に基づいてPI制御を広帯域に切換えることにより、図9 (D) に実線で示すように時間遅れを抑制し、破線で示す速度増加を抑制することができる。したがって、リフトタブ21がスロープ部SL2を通過する時の磁気ヘッドの速度を正確に制御することにより、位置P4を通過する時点での目標速度からの誤差を抑制することができる。このことで、最終的にリフトタブ21が位置P5に達する際の速度制御を正確に行うことができるので、所定の位置に停止させることができ、また、アクチュエータ21の基部14aをアウトーストップ22に衝突させて停止させる場合は衝突による衝撃を緩和することができる。

【0053】

広帯域の設定のまま、リフトタブ21はランプ20のスロープ部に沿って下方に移動する。この間もIntglBEMF値にVbemf値を加算する (S130、S132)。

【0054】

次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th4以上かどうかを判定する (S134)。IntglBEMF値が位置閾値Th4よりも小さい場合はS130～S134を繰り返し、アクチュエータを広帯域のまま移動制御する。IntglBEMF値が位置閾値Th4以上になった場合は、図9 (C) に示すように、帯域切換え器47の帯域を通常帯域に切換える (S136)。図9 (A) に示すように、リフトタブ21はスロープ部SL1と平坦部の境界部P4に達したことになる。平坦部FL2では、PI制御の帯域を広帯域にするよりも、帯域の低い通常帯域の方が制御が安定する。

【0055】

次いで、BEMF値検出し、Vbemf値に取り込み (S138)、IntglBEMF値にVbemf値を加算する (S140)。次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th5以上かどうかを判定し (S142)、位置閾値Th5以上になったところで目標速度を0に設定しアクチュエータを停止する (S144)。以上によりアンロード動作が完了する。なお、位置閾値Th5を設けずに、図3に示すアクチュエータ14の基部14aをアウトーストップ22と衝突させて機械的にアクチュエータ14を停止させてもよい。

【0056】

さらになお、S122～S134は必須ではなく、行わなくてもよい。また、S138

～S142は必須ではなく、行わなくてもよい。

【0057】

[ロード動作時のアクチュエータの移動制御方法]

次に、本実施の形態のロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を説明する。

【0058】

図10は、磁気ヘッドのロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート、図11は、ロード動作時の動作説明のためのタイミング図であり、(A)はリフトタブの位置を模式的に示す図、(B)は位置閾値及びIntglBEMF値、(C)はPI制御器の帯域、及び(D)は磁気ヘッドの移動速度と、それぞれリフトタブの位置との関係を示す図である。なお、図11(D)の磁気ヘッドの移動速度はロード方向を速度の正方向として示している。

【0059】

図10を参照すると共に適宜図11を参照するに、ロード動作時のアクチュエータの移動制御方法は、基準位置を磁気ヘッド12の退避位置P5、位置閾値は上述した位置P4～P1にそれぞれ対応するTh11～14とし、広帯域側に切替える位置を平坦部FL2、FL1からスロープ部SL2、SL1に移る境界部P4及びP2とし、これらの位置P4～P1に相当する位置閾値Th11～Th14を設定する。

【0060】

まず、図4に示すHDC33からのロード命令によりコントローラ31のMPU38の基準位置からの距離を示すIntglBEMF値を0、帯域切替え器47のPI制御の帯域を通常帯域に設定する(S152)。磁気ヘッド12は基準位置として退避位置P5、例えば図3に示すアクチュエータ14の基部14aがアウトーストップ22に接触している状態とする。

【0061】

次いで、アクチュエータを起動するために、MPU38からVCM駆動回路35を介してVCM16に打ち出し電流を送出する(S154)。打ち出し電流はFF制御により所定の電流量が送出される。ここでアクチュエータの移動速度制御のためのFB制御が実行される。

【0062】

アンロード動作時と同様にアクチュエータが起動することによって発生したVCM16の逆起電力をVCM逆起電力検出器36によりBEMF値として検出し、MPU38のVbemf値に取り込む(S156)。次いで、Vbemf値をIntglBEMF値に加算する(S158)。次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th11以上かどうかを判定する(S160)。IntglBEMF値が位置閾値Th11よりも小さい場合は、リフトタブ21が位置P4に達していない、すなわちリフトタブ21がスロープ部SL2に達していないとして、IntglBEMF値が位置閾値Th11以上になるまでS156～S160を繰り返し、アクチュエータを目標速度にしたがって移動制御する。

【0063】

IntglBEMF値が位置閾値Th11以上になった場合は、図11(C)に示すように、帯域切替え器47の帯域を広帯域側に切替える(S162)。図11(B)に示すようにIntglBEMF値が位置閾値Th11に等しいということは、図11(A)に示すようにリフトタブ21が位置P4に達し、リフトタブ21がスロープ部SL2にほぼ達したことになる。スロープ部SL2ではリフトタブ21がスロープ部SL2に沿って上方に移動するので、従来の制御方法では、図11(D)に破線で示すような速度低下を起こすが、PI制御を広帯域側に切り換えることにより速度低下を抑制し、実線で示す速度に制御することができる。広帯域の設定のまま、リフトタブ21はランプ20のスロープ部SL2に沿って上方に移動する。この間もIntglBEMF値にVbemf値を加算する(S164、S166)。

【0064】

次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th12以上かどうかを判定する(S168)。IntglBEMF値が位置閾値Th12よりも小さい場合は、IntglBEMF値が位置閾値Th12以上に

なるまで S164～S168 を繰り返しながら、広帯域のままアクチュエータを移動制御する。

【0065】

IntglBEMF 値が位置閾値 Th12 以上になった場合は、図 11 (C) に示すように、帯域切換え器 47 の帯域を通常帯域に切換える (S170)。平坦部 FL1 では、PI 制御の帯域を広帯域にするよりも、帯域の狭い通常帯域の方が制御が安定する。

【0066】

さらに BEMF 値検出し、IntglBEMF 値に Vbemf 値を加算する (S172、S174)。次いで、IntglBEMF 値が位置閾値 Th13 以上かどうかを判定する (S176)。IntglBEMF 値が位置閾値 Th13 よりも小さい場合は、IntglBEMF 値が位置閾値 Th3 以上になるまで S172～S176 を繰り返し、通常帯域でアクチュエータを移動制御する。

【0067】

IntglBEMF 値が位置閾値 Th13 以上になった場合は、図 11 (C) に示すように、帯域切換え器 47 の帯域を広帯域に切換える (S178)。IntglBEMF 値が位置閾値 Th13 に等しいということは、図 11 (A) に示すようにリフトタブ 21 が平坦部 FL2 とスロープ部 SL1 の境界部 P2 に達したことになる。本制御方法では、スロープ部 SL1 を降下する際に、位置に基づいて PI 制御を広帯域に切換えることにより、速度制御の時間遅れを抑制し、速度増加を迅速に抑制することができる。したがって、目標速度とほぼ同等の移動速度でリフトタブ 21 はスロープ部 SL1 に沿って下方に移動するので、磁気ヘッド 12 は磁気ディスク 11 表面との間に正常なエアベアリングを形成することができ、磁気ディスクとの衝突を防止することができる。この間も IntglBEMF 値に Vbemf 値を加算する (S180、S182)。

【0068】

次いで、IntglBEMF 値が位置閾値 Th14 以上かどうかを判定する (S184)。IntglBEMF 値が位置閾値 Th14 以上になった場合は、図 11 (C) に示すように、帯域切換え器 47 の帯域を通常帯域に切換える (S186)。磁気ディスク上に浮上した状態では、PI 制御の帯域を広帯域にするよりも、帯域の狭い通常帯域の方が制御が安定する。

【0069】

次いで、磁気ディスクに記録されたサーボ情報を再生し最アウトシリンダにオントラックし (S188)、以上によりロード動作が完了する。

【0070】

本実施の形態の磁気ヘッド 12 のアンロード動作時及びロード動作時のアクチュエータ移動制御方法は、最アウトを基準位置として、VCM 逆起電力検出器 36 から受信した BEMF 値に基づいて位置検出器 48 がリフトタブ 21 の現在位置を求め、現在位置が P1～P4 であるかどうかの判定を行って、その判定結果に応じて帯域切換え器 47 の帯域を切換えている。したがって、急速な速度低下等の速度変化が発生する前あるいは発生と同時に PI 制御の帯域を切換えることができ、迅速に速度変化を抑制することができると共に、速度変化の小さいところでは帯域を通常の帯域として、速度制御の安定性を高めることができる。

【0071】

(第 1 の実施の形態の変形例)

次に第 1 の実施の形態の変形例について説明する。本実施の形態の変形例は、位置閾値 Th1～Th4、及び Th11～Th14 に相当する位置が P1～P4 と異なる点以外は第 1 の実施の形態と同様である。なお、同様な部分については説明を省略する。

【0072】

以下、本実施の形態の変形例のアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を説明する。

【0073】

図 12 は、本実施の形態の変形例のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図であり、(A) はリフトタブの位置を模式的に示す図であり、(B) は位置閾値及び Intg

IBEMF値、(C)はPI制御器の帯域、及び(D)は磁気ヘッドの移動速度と、それぞれリフトタブの位置との関係を示す図である。

【0074】

図12(B)に示すように、位置閾値 $Th1a \sim Th4a$ を上述の第1の実施の形態で示した位置閾値 $Th1 \sim Th4$ に対して、 $Th1a < Th1$ 、 $Th2a > Th2$ 、 $Th3a < Th3$ 、 $Th4a > Th4$ の関係を有するように設定する。すなわち、図12(A)を示す位置 $P1 \sim P4$ に対して、図12(B)に示すように、アンロード方向(図12の右方向)に対して、位置閾値 $Th1a$ は $P1$ に到達する手前の位置に、位置閾値 $Th2a$ は $P2$ を超えた位置に、位置閾値 $Th3a$ は $P3$ に到達する手前の位置に、位置閾値 $Th4a$ は $P4$ を超えた位置に設定する。このようにすることで、IntglBEMF値がアクチュエータの移動速度に相当するBEMF値の積分値であるが故に生じ易いノイズ等に起因する誤差による帯域切換えの遅れを抑制することができる。 $Th1a \sim Th4a$ と $Th1 \sim Th4$ と各々の差違は長さに換算して $10 \mu m \sim 150 \mu m$ の範囲とすることが好ましい。 $10 \mu m$ より小さいと十分な効果が得られず、 $150 \mu m$ を超えると速度制御の安定性が劣化する。

【0075】

このように位置閾値 $Th1a \sim Th4a$ を設定して図8に示すフローチャートと略同様にしてアクチュエータの移動速度を制御することにより、図12(D)に実線で示すように、リフトタブがランプ20に衝突する際の速度低下量は、図11(D)に示す速度低下量(図12(D)に破線で示す。)よりも一層抑制することができる。また、IntglBEMF値に誤差が混入してもPI制御の帯域を $P1 \sim P2$ 及び $P3 \sim P4$ の間で、確実に広帯域側に切換えることができる。

【0076】

なお、ロード動作時の位置閾値 $Th11 \sim 14$ も上記のアンロード動作時と同様に変更することにより、同様の効果を得ることができる。

【0077】

(第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態に係る磁気ディスク装置は、ロード動作時又はアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法が、速度FB制御系の帯域切換えの代わりに、速度FB制御系の制御操作量にFF制御操作量を付加する点以外は、第1の実施の形態と同様である。

【0078】

図13は、第2の実施の形態の速度FB制御系にFF制御器を付加したタイプの速度制御ブロック図である。図14は、アンロード動作時のFF制御操作量を示し、(A)はリフトタブがランプに衝突してスロープ部SL1を上方に移動する際に使用される第1テーブル、(B)はスロープ部SL2を下方に移動する際に使用される第2テーブルを示す。図中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0079】

図13を参照するに、本速度制御方法は、VCM16に接続したVCM逆起電力検出器36から得られるアクチュエータの移動速度に比例するBEMF値と目標速度との差違をコンパレータ45により求め、PI制御器46により制御操作量をVCM駆動回路35を介してVCM16に送出する。そして本速度制御方法は、VCM逆起電力検出器36から受信したBEMF値に基づいて位置検出器48がリフトタブ21の位置を求め、その位置に応じて位置判定器49からFF制御器51のクロック計数器52に計数スタート信号を送出して、FF制御操作量読出器54がメモリ39に保存されているFF制御操作量テーブルから順次FF制御操作量を読み出し、PI制御器46から送出されたFB制御操作量と加え合わせてVCM駆動回路35を介してVCM16を制御することに主な特徴がある。

【0080】

より具体的に説明すると、VCM逆起電力検出器36は、BEMF値を位置検出手段に

送出し、位置検出手段は所定の基準位置からBEMF値を加算してリフトタブ21の現在位置を現在位置信号として位置判定器49に送出する。位置判定器49では、位置閾値Th1及びTh3（図4に示すメモリ39に保持される）と現在位置信号とを比較し、一致した場合は計数スタート信号を送出し、クロック計数器52を作動させる。クロック計数器52により計算された時間に基づいてFF制御操作量読出器54が図14（A）または（B）に示すFF操作制御量テーブルからFF制御操作量を読み出して、PI制御器46より送出されたFB制御操作量と加え合わせてVCM駆動回路35を介してVCM16を制御する。

【0081】

なお、図13に示すコンパレータ45、PI制御器46、位置検出器48、位置判定器49、クロック計数器52、クロック発生器53、及びFF制御操作量読出器54により実行される各処理は、図4に示すコントローラ31のMPU38により処理が実行される。

【0082】

次に、本実施の形態のアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を説明する。

【0083】

図15は、磁気ヘッドのアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート、図16は、アンロード動作時の動作説明のためのタイミング図であり、（A）はリフトタブの位置を模式的に示す図であり、（B）は位置閾値及びIntglBEMF値、（C）はFF制御操作量、及び（D）は磁気ヘッドの移動速度と、それぞれリフトタブの位置との関係を示す図である。

【0084】

図15を参照すると共に適宜図16を参照するに、HDC33からのアンロード命令により、図4に示すコントローラ31のMPU38の基準位置からの距離を示すIntglBEMF値を0とする（S202）。なお、PI制御器46の帯域は通常帯域に設定されている。ここでは、磁気ヘッド12は最アウトのシリンダに位置しているとする。すなわち、基準位置を最アウトのシリンダとする。なお、アンロード命令を受信した際に磁気ヘッドが最アウトのシリンダ以外に位置している場合は、図8において説明した通常シーク動作を行う。

【0085】

次いで、アクチュエータを起動するために、MPU38からVCM駆動回路35を介してVCM16に打ち出し電流を送出する（S204）。打ち出し電流はFF制御により所定の電流量が送出される。ここでFB制御が実行される。

【0086】

アクチュエータ14が起動することによって発生したVCM16の逆起電力をVCM逆起電力検出器36によりBEMF値として検出し、MPU38のVbemf値に取り込む（S206）。次いで、Vbemf値をIntglBEMF値に加算する（S208）。次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th1以上かどうかを判定する（S210）。IntglBEMF値が位置閾値Th1よりも小さい場合は、S206～S210を繰り返し、アクチュエータを目標速度にしたがって移動制御する。

【0087】

IntglBEMF値が位置閾値Th1以上になった場合は、図13の位置判定器49から計数スタート信号を発生し、クロック計数器52により計算された時間に基づいてFF制御操作量読出器54が図14（A）に示す第1テーブルからFF制御操作量を読み出し、PI制御器46から送出されたFB制御操作量に加え合わせる（S214）。

【0088】

IntglBEMF値が位置閾値Th1に等しいということは、図16（A）に示すようにリフトタブ21が位置P1にほぼ達し、図16（A）に示すようにリフトタブ21がランプ20にほぼ衝突したことになる。本制御方法では、従来の制御方法のようなリフトタブ21が衝突したことを速度低下等により検出してFF制御操作量を付加するのではなく、位置

に基づいて図16 (C) に示すFF制御操作量を付加するので、付加開始の時間的遅れを抑制することができ、特に図16 (D) に実線で示すようにランプ20に衝突した直後の顕著な速度低下(図16 (D) に破線で示す。)を効果的に抑制することができる。なお、FF制御操作量の第1テーブルは、予めシミュレーション等で求めた数値を用いてもよく、磁気ディスク装置を組上げた後の製品の品質検査工程において一台毎に計測して求めた数値を用いてもよい。個々の製品のランプ20とリフトタブ21との摩擦や寸法の誤差等の影響を含めてFF制御操作量を決定することができるので、アクチュエータの動作の均一化を図ることができる。なお、図16 (B) に示す第2テーブルも第1テーブルと同様にして決定する。

【0089】

FF制御操作量が付加されると共に、リフトタブ21はランプ20のスロープ部SL1に沿って上方に移動する。次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th2以上かどうかを判定する(S215)。IntglBEMF値が位置閾値Th2以上である場合は、FF制御操作量の付加を終了する(S216)。FF制御操作量が付加されている間及び付加終了後もIntglBEMF値にVbemf値を加算する(S218及びS220)。

【0090】

次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th3以上かどうかを判定する(S224)。IntglBEMF値が位置閾値Th3よりも小さい場合は、IntglBEMF値が位置閾値Th3以上になるまでS218～S222を繰り返し、アクチュエータを目標速度にしたがって移動制御する。

【0091】

IntglBEMF値が位置閾値Th3以上になった場合は、図16 (C) に示すように、S214と同様にして、図14 (B) の第2テーブルからFF制御操作量を読み出し、PI制御器46から送出されたFB制御操作量に加え合わせる(S224)。IntglBEMF値が位置閾値Th3に等しいということは、図16 (A) に示すようにリフトタブ21が位置P3にはほぼ達し、図16 (A) に示すようにリフトタブ21が平坦部とスロープ部SL2の境界部P3にはほぼ達したことになる。本制御方法では、図16 (D) に実線で示すように負の速度の増加に対して正のFF制御操作量を付加して速度増加(図16 (D) に破線で示す。)を抑制すると共に、位置に基づいて図16 (C) に示すFF制御操作量を付加するので付加開始の時間的遅れを抑制することができるので、付加開始の時間的遅れを抑制することができる。したがって、目標速度からのずれ量を一層抑制することができる。

【0092】

FF制御操作量が付加されると共に、リフトタブ21はランプ20のスロープ部SL2に沿って下方に移動する。次いで、IntglBEMF値が位置閾値Th4以上かどうかを判定する(S225)。IntglBEMF値が位置閾値Th2以上である場合は、FF制御操作量の付加を終了する(S226)。アクチュエータは目標速度を維持してアクチュエータの基部をアウトーストップ22と衝突させて機械的にアクチュエータを停止させる(S228)。第1の実施の形態のように、IntglBEMF値と位置閾値Th5により目標速度を0としてもよい。

【0093】

また、ロード動作時のアクチュエータの移動制御方法は、上述したアンロード動作時とはほぼ同様にして行う。具体的には、第1の実施の形態において説明したロード動作時のアクチュエータの移動制御方法において用いた位置閾値Th11及びTh13を開始点として、上述した本実施の形態のアンロード動作時の移動制御方法に用いたFF制御操作量のテーブルの時間を逆行したものを用いてFF制御操作量を付加する。

【0094】

本実施の形態の磁気ヘッドのアンロード動作時及びロード動作時のアクチュエータの移動制御方法は、最アウトを基準位置として、VCM逆起電力検出器36から受信したBEMF値に基づいて位置検出器48がリフトタブ21の現在位置を求め、現在位置がP1またはP3であるかどうかの判定を行って、その判定結果に応じてFF制御操作量を付加し

ている。したがって、急速な速度低下等の速度変化が発生する前あるいは発生と同時に F F 制御操作量を付加することができ、迅速に速度変化を抑制することができると共に、速度変化の小さいところでは F F 制御操作量を 0 として、速度制御の安定性を高めることができる。

【0095】

なお、図 13 のクロック発生器は M P U の外部に設けてもよく、もちろん他の回路、例えば図 4 に示す H D C 33 から受信したクロックを用いてもよい。

【0096】

また、位置閾値 T h 1 ~ T h 4 をそれぞれ第 1 の実施の形態の変形例の T h 1 a ~ T h 4 a としてもよい。IntgIBEMF 値がアクチュエータの移動速度に相当する B E M F 値の積分値であるが故に生ずる誤差による F F 制御操作量付加の遅れを抑制することができる。この場合、第 1 及び第 2 テーブルの F F 制御操作量は、位置閾値 T h 1 a 及び T h 3 a に合わせて決定する。

【0097】

また、図 14 (A) 及び (B) に示す F F 制御操作量の第 1 及び第 2 テーブルの代わりに、基準位置を基準とした位置（すなわち基準位置からの距離）と F F 制御操作量との関係を表す F F 制御操作量テーブルを用いて、図 13 に示す位置検出器 48 から送出される現在位置信号を F F 制御器 51 の F F 制御操作量読出回路 54 が逐次参照して F F 制御操作量を F F 制御操作量テーブルから読み出して送出してもよい。F F 制御操作量テーブルは、例えば、基準位置 ~ 位置閾値 T h 1 : 零、位置閾値 T h 1 ~ T h 2 : 図 14 (A) の F F 制御操作量、位置閾値 T h 2 ~ T h 3 : 零、位置閾値 T h 3 ~ T h 4 : 図 14 (B) の F F 制御操作量、位置閾値 T h 4 以上 : 零がそれぞれ格納されている。なお、第 1 及び第 2 テーブルの時間は移動速度により位置に換算して用いる。このようにすると、図 13 に示す位置判定器 49、クロック発生器 53、及びクロック計数器 52 を省略することができ、制御プログラムを単純化することができる。

【0098】

(第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態に係る磁気ディスク装置は、アクチュエータの移動制御方法が、位置に基づいて速度変化検出窓信号を生成し、速度変化検出窓信号がオープンの際の所定量以上の速度変化を判定して P I 制御器の帯域を切替える点以外は、第 1 の実施の形態と同様である。

【0099】

図 17 は、アクチュエータの位置に基づいて速度検出及び速度判定を行い、その判定に応じて速度 F B 制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図である。図中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0100】

図 17 を参照するに、本速度制御方法は、第 1 の実施の形態の図 7 において示す帯域切換器 47 の帯域切換えを、V C M 逆起電力検出器 36 から受信した B E M F 値に基づいて位置検出器 48 がリフトタブ 21 の位置を求め、その位置に応じて生成した速度検出窓信号をオープンの状態にし、オープンの状態において、目標速度からの速度変化を判定し、その判定に応じて帯域切換え信号を送出して行うことに主な特徴がある。

【0101】

より具体的に説明すると、V C M 逆起電力検出器 36 は、V C M 16 に生じる逆起電力を B E M F 値として位置検出手段に送出する。位置検出器 48 は基準位置から B E M F 値を加算（すなわち積分）してリフトタブ 21 の現在位置を求め、リフトタブ 21 の現在位置信号として位置判定器 49 に送出する。位置判定器 49 では、位置閾値 T h 1 ~ T h 4（図 4 に示すメモリ 39 に保持される。）と、現在位置信号を比較し、判定結果に応じて速度検出窓生成器 55 に速度検出窓切換え信号を送出する。ここで、基準位置は、例えば図 6 に示す最アウトシリンダ P 0 であり、位置閾値 T h 1 ~ T h 4 は、図 6 に示す P 1 ~ P 4 にそれぞれ対応するものである。

【0102】

速度検出窓生成器 55 は速度検出窓切換え信号に応じて速度検出窓信号をオープンあるいはクローズにする。速度検出窓信号がオープンの状態の間は、速度判定器 56 が速度ずれ閾値（図 4 に示すメモリ 39 に保持される。）及び目標速度と、VCM 逆起電力検出器 36 から受信した BEMF 値（現在速度を示す。）とを比較して、現在速度と目標速度との速度ずれ量が速度ずれ閾値を超えた場合は、速度判定器 56 は帯域切換え信号を帯域切換え器 47 に送出する。帯域切換え器 47 は、帯域切換え信号に応じて P I 制御器 46 a による P I 制御の帯域を切換える処理を行う。

【0103】

なお、図 17 に示すコンパレータ 45、P I 制御器 46、帯域切換え器 47、位置検出器 48、位置判定器 49、速度検出窓生成器 55、及び速度判定器 56 により実行される各処理は、図 4 に示すコントローラ 31 の MPU 38 により処理が実行される。

【0104】

次に、磁気ヘッドのアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法について説明する。

【0105】

図 18 は磁気ヘッドのアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート、図 19 はアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図であり、(A) はリフトタブの位置を模式的に示す図であり、(B) は位置閾値及び IntglBEMF 値、(C) は磁気ヘッドの移動速度、(D) は速度検出窓信号、(E) は帯域切換え信号、及び (F) は P I 制御器の帯域と、それぞれリフトタブの位置との関係を示す図である。

【0106】

図 18 を参照すると共に適宜図 19 を参照するに、S302～S310 までは、図 8 の S102～S110 までと同様であるので説明を省略する。

【0107】

次いで、IntglBEMF 値が位置閾値 T_{h1} 以上になった場合は、速度検出窓切換え信号を送出し、図 19 (D) に示すように速度検出窓信号をオープンする (S312)。次いで、Vbemf 値が目標速度 V_t + 速度ずれ閾値 V_a 以上かどうかを判定する (S314)。Vbemf 値が目標速度 V_t + V_a よりも小さい場合は、アクチュエータを通常帯域のまま移動制御する。なお速度ずれ閾値 V_a は正の値とする。

【0108】

Vbemf 値が V_t + V_a 以上になった場合は、図 19 (D) に示すように帯域切換え器 47 の帯域を広帯域に切換える (S316)。速度検出窓信号がオープンの状態の間だけ速度判定を行うので、速度ずれ閾値 V_a を従来より小なる値を設定して、高感度で迅速に速度変化を判定することができる。したがって、従来より速度変化を抑制することができる。このようにして、リフトタブ 21 がランプ 20 に衝突した直後の顕著な速度低下を効果的に抑制することができる。この間も IntglBEMF 値に Vbemf 値を加算する (S318 及び S320)。

【0109】

次いで、Vbemf 値が V_t + V_a より小さいかどうかを判定する (S322)。Vbemf 値が V_t + V_a 以上の場合は、IntglBEMF 値が位置閾値 T_{h2} 以上かどうかを判定する (S324)。IntglBEMF 値が位置閾値 T_{h2} よりも小さい場合は、S322 及び S324 を繰り返す。

【0110】

S322 において、Vbemf 値が V_t + V_a よりも小さい場合は、速度検出窓切換え信号を送出し、速度検出窓信号をクローズし、帯域切換え器 47 の帯域を通常帯域に切換える (S326)。すなわち、本制御方法では、図 19 (C)～(F) に示すように、リフトタブ 21 がランプ 20 に衝突すると共にスロープ部 SL1 を上方に移動する際に、アクチュエータの移動速度が速度ずれ閾値 V_a より増加（負の移動速度の減少）が生じた場合にのみ帯域切換え器 47 の帯域を広帯域に切換える。このようにすることにより通常帯域で

は対応しきれない急激な移動速度の変化の際にだけ広帯域に切換えることによって、高レスポンス性と制御安定性の高度な両立が可能となる。

【0111】

次いで、リフトタブ21がスロープ部SL2を下方に移動する場合も、上述した速度検出窓信号をオープンにして、オープンの状態の間は速度判定を行って帯域切換え器47の帯域を切換える。上述したS306～S326までと略同様であるので異なる点だけを簡単に説明する。

【0112】

S332においてIntglBEMF値が位置閾値Th3以上になった場合は、速度検出窓切換え信号を送出し、速度検出窓信号をオープンする(S334)。次いで、Vbemf値が目標速度Vt-速度ずれ閾値Va以下かどうかを判定する(S336)。Vbemf値がVt-Vaよりも大きい場合は、アクチュエータを通常帯域のまま移動制御し、Vbemf値がVt-Va以下になった場合は、図19(F)に示すように帯域切換え器47の帯域を広帯域に切換える(S338)。

【0113】

次いで、Vbemf値がVt-Vaより大きいかどうかを判定する(S344)。Vbemf値がVt-Va以下の場合は、IntglBEMF値が位置閾値Th4以上かどうかを判定する(S346)。IntglBEMF値が位置閾値Th4よりも小さい場合は、S344及びS346を繰り返す。

【0114】

S344において、Vbemf値がVt-Vaよりも大きい場合は、速度検出窓切換え信号を送出し、速度検出窓信号をクローズし、帯域切換え器47の帯域を通常帯域に切換える(S348)。すなわち、本制御方法では、図19(C)～(F)に示すように、リフトタブ21がスロープ部SL2を下方に移動する際に、アクチュエータの移動速度が速度ずれ閾値Vaより減少(負の移動速度の増加)が生じた場合にのみ帯域切換え器47の帯域を広帯域に切換える。このようにすることにより通常帯域では対応しきれない急激な移動速度の変化の際にだけ広帯域に切換えることによって、高レスポンス性と制御安定性の高度な両立が可能となる。なお、S328～S348のスロープ部SL2における移動速度制御は、かかる制御を行わない場合に制御が不安定になる等の問題があるときに実行すればよく、必須のものではない。

【0115】

次いで、第1の実施の形態に述べた、位置検出による目標速度の変更やアウトーストップ22による機械的制動によりアクチュエータを停止する(S350)。以上によりアンロード動作が完了する。

【0116】

また、ロード動作時のアクチュエータの移動制御方法は、上述したアンロード動作時とはほぼ同様にして行う。具体的には、第1の実施の形態において説明したロード動作時のアクチュエータの移動制御方法に上述した本実施の形態のアンロード動作時の移動制御方法を組み合わせる。

【0117】

本実施の形態の磁気ヘッドのアンロード動作時及びロード動作時のアクチュエータの移動制御方法によれば、リフトタブ21の位置に基づいて切換えられる速度検出窓信号がオープンの状態の間だけ速度判定を行い、その判定に応じて帯域切換え器47の帯域を切換えている。リフトタブ21の位置に基づいて速度検出窓信号をオープンの状態にするので、通常のシーク動作時や、高レスポンスが要求されない領域において、外部からの衝撃や振動により生じる速度変化によりPI制御が広帯域に切り換わる速度制御の誤動作の発生を防止し、安定性の良好な速度制御を行うことができる。

【0118】

また、速度変化判定に用いる速度ずれ閾値を従来より小なる値を設定することができるので、速度変化を迅速に判定することができる。

【0119】

(第4の実施の形態)

本発明の第4の実施の形態に係る磁気ディスク装置は、アクチュエータの移動制御方法が、速度変化の判定に応じてPI制御器の帯域を切替える代わりに、速度FB制御系の速度制御操作量にFF制御操作量を付加する点以外は、第3の実施の形態と同様である。

【0120】

図20は、アクチュエータの位置に基づいて速度検出及び速度判定を行い、その判定に応じて速度FB制御系の速度制御操作量にFF制御操作量を加えるタイプの速度制御ブロック図である。図中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0121】

図20を参照するに、本速度制御方法は、第3の実施の形態の移動制御方法の図17に示すPI制御の帯域切替器47の代わりに、第2の実施の形態のFF制御器51を設けて、FB制御系の制御操作量にFF制御操作量を付加するものであり、これ以外は第3の実施の形態と同様である。したがって、本制御方法は、目標速度からの速度変化の判定に応じて速度判定器56からFF制御器51のクロック計数器52に計数スタート信号を送出して、FF制御操作量読み出し回路がメモリ39に保存されているFF制御操作量テーブルから順次FF制御操作量を読み出し、PI制御器46から送出されたFB制御操作量と加え合わせてVCM駆動回路35を介してVCM16を制御することに主な特徴がある。

【0122】

より具体的に説明すると、位置検出器48、位置判定器49、速度検出窓生成器55、及び速度判定器56の動作は第3の実施の形態と同様である。現在速度と目標速度との速度ずれ量が速度ずれ閾値を超えた場合は、速度判定器56は計数スタート信号を送出し、クロック計数器52を作動させる。クロック計数器52により計算された時間に基づいてFF制御操作量読出器54が例えば図14(A)または(B)に示すFF操作制御量の第1テーブルまたは第2テーブルからFF制御操作量を読み出して、PI制御器46より送出されたFB制御操作量と加え合わせてVCM駆動回路35を介してVCM16を制御する。

【0123】

なお、図20に示すコンパレータ45、PI制御器46、位置検出器48、位置判定器49、クロック計数器52、速度検出窓生成器55、速度判定器56、クロック発生器53、及びFF制御操作量読出器54により実行される各処理は、図4に示すコントローラ31のMPU38により処理が実行される。

【0124】

次に、磁気ヘッドのアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法について説明する。

【0125】

図21は、磁気ヘッドのアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート、図22は、アンロード動作時の動作説明のためのタイミング図であり、(A)はリフトタブの位置を模式的に示す図であり、(B)は位置閾値及びIntglBEMF値、(C)は磁気ヘッドの移動速度、(D)は速度検出窓信号、(E)は計数スタート信号、及び(F)はFF制御操作量と、それぞれリフトタブの位置との関係を示す図である。

【0126】

図21を参照すると共に適宜図22を参照するに、S402～S414までは、第3の実施の形態の図18のS302～S314までと同様であるので説明を省略する。

【0127】

S414においてVbemf値が目標速度 V_t + 速度ずれ閾値 V_a 以上になった場合は、図20の位置判定器49から計数スタート信号を発生し、クロック計数器52により計算された時間に基づいてFF制御操作量読出器54が、例えば図14(A)に示す第1テーブ

ルから F F 制御操作量を読み出し、P I 制御器 46 から送出された F B 制御操作量に加え合わせる (S 416)。

【0128】

本制御方法では、第3の実施の形態において述べた同様の効果を有し、すなわち、リフトタブ 21 の位置に基づいて切換えられる速度検出窓信号がオープンの状態の間だけ速度判定を行い、その判定に応じて F F 制御操作量を F B 制御操作量に加えるので、通常のシーク動作時や、高レスポンスが要求されない領域において、外部からの衝撃や振動により生じる速度変化により F F 制御操作量が付加される誤動作の発生を防止し、安定性の良好な速度制御を行うことができる。

【0129】

アクチュエータは F B 制御操作量に F F 制御操作量が付加された制御により、リフトタブ 21 はランプ 20 のスロープ部に沿って上方に移動する。次いで、IntglBEMF 値が位置閾値 T_{h2} 以上かどうかを判定する (S 418)。IntglBEMF 値が位置閾値 T_{h2} 以上である場合は、F F 制御操作量の付加を終了する (S 420)。F F 制御操作量が付加されている間及び付加終了後も IntglBEMF 値に Vbemf 値を加算する。

【0130】

次いで、リフトタブ 21 がスロープ部 S L 2 を下方に移動する場合も、位置に基づいて上述した速度検出窓信号をオープンにして、速度判定を行って F F 制御操作量を付加する。第3の実施の形態の図 18 の S 328 ~ S 336 と略同様であるので異なる点だけを簡単に説明する。

【0131】

S 426 において IntglBEMF 値が位置閾値 T_{h3} 以上になった場合は、速度検出窓切換え信号を送出し、速度検出窓信号をオープンする (S 428)。次いで、Vbemf 値が目標速度 V_t - 速度ずれ閾値 V_a 以下かどうかを判定する (S 430)。Vbemf 値が目標速度 - 速度ずれ閾値よりも大きい場合は、アクチュエータを通常帯域のまま移動制御し、Vbemf 値が $V_t - V_a$ 以下になった場合は、図 20 の位置判定器 49 から計数スタート信号を発生し、クロック計数器 52 により計算された時間に基づいて F F 制御操作量読出器 54 が、例えば図 14 (B) に示す第 2 テーブルから F F 制御操作量を読み出し、P I 制御器 46 から送出された F B 制御操作量に加え合わせる (S 432)。

【0132】

次いで、IntglBEMF 値が位置閾値 T_{h4} 以上かどうかを判定する (S 434)。IntglBEMF 値が位置閾値 T_{h4} 以上である場合は、F F 制御操作量の付加を終了する (S 436)。次いで、第3の実施の形態と同様にアクチュエータを停止する (S 438)。以上によりアンロード動作が完了する。また、ロード動作時のアクチュエータの移動制御方法は、上述したアンロード動作時とほぼ同様にして行う。

【0133】

本実施の形態の磁気ヘッドのアンロード動作時及びロード動作時のアクチュエータの移動制御方法によれば、リフトタブ 21 の位置に基づいて切換えられる速度検出窓信号がオープンの状態の間だけ速度判定を行い、その判定に応じて F F 制御操作量を F B 制御操作量に加えている。第3の実施の形態と同様の効果を奏し、さらに、F F 制御操作量を付加している間に F B 制御の安定性が保持されるという効果を有する。

【0134】

なお、位置閾値 $T_{h1} \sim T_{h4}$ は第1の実施の形態の変形例における $T_{h1a} \sim T_{h4a}$ に設定してもよい。

【0135】

(第5の実施の形態)

本発明の第5の実施の形態に係る磁気ディスク装置は、上記第1の実施の形態においてリフトタブの位置検出のために BEMF 値 (アクチュエータ 14 の移動速度に比例する逆起電力) を積分して算出していた換わりに、ロータリーエンコーダあるいは光学式スケールを用いる点以外は、第1の実施の形態と同様である。

【0136】

図23は、第5の実施の形態の、ヘッドの位置に基づいて速度FB制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図である。図中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0137】

図23を参照するに、本制御方法は、磁気ヘッドの位置を位置表示器58を用いて位置検出器48aにより検出する。位置表示器58は、図示は省略するが、例えば図3に示すアクチュエータ14の回転軸19に設けられたロータリーエンコーダでもよく、あるいはVCM16の外周側のコイル16aあるいは内周側のコイル16b上に光学式のスケールを設けさらに永久磁石側にスケールを読みとる検出器を設けてもよい。光学式のスケールには例えば1 μ m毎に目盛が表示されている。

【0138】

位置検出器48aは、位置表示器58により表示される基準位置（例えば図6に示す最アウトシリンダP0）とリフトタブの現在の位置とにより、位置判定器により図6に示すP1～P4にそれぞれ対応する位置閾値Th1～Th4と比較して、リフトタブの位置に応じて位置判定器49から帯域切換え信号を送出して帯域切換え器47によりPI制御器46の帯域を広帯域あるいは通常の帯域に切換える。本制御方法の他の部分は、第1の実施の形態と同様であるので、説明を省略する。

【0139】

本実施の形態によれば、リフトタブの位置を直接位置表示器58により検出するので、BEMF値を積分する場合より電氣的ノイズによる誤差が加入することがなく、位置判定をより正確に行うことができる。したがって、広帯域化あるいは通常帯域化を正確かつ迅速に行うことができるので、制御の時間遅れを抑制し、速度増加を抑制することができる。

【0140】

なお、本実施の形態は、第1の実施の形態の変形例、第2～第4の実施の形態と組み合わせてもよい。同様の効果を奏することができる。

【0141】

以上本発明の好ましい実施の形態について詳述したが、本発明は係る特定の実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【0142】

例えば、上記の実施の形態ではランプを磁気ディスクの外周側に設けた場合を例に説明したが、ランプを磁気ディスクの内周側に設けてもよく、本発明のアクチュエータ移動制御方法を同様に適用することができる。

【0143】

また、PI制御器に換えてP（比例）制御器又はPID（比例積分微分）制御器でもよい。

【0144】

さらに、上記の実施の形態では、記憶装置として磁気ディスク装置を例に説明したが、本発明は磁気ディスク装置に限定されず、ランプロード・アンロード方式を採用する他の記憶装置に適用することができる。

【0145】

なお、以上の説明に関して更に以下の付記を開示する。

(付記1) ディスク媒体と、

前記ディスク媒体上を浮上してディスク媒体に情報を記録再生するヘッドと、

前記ヘッドを支持すると共に前記ディスク媒体の半径方向に移動するアクチュエータと、

前記アクチュエータを駆動する駆動手段と、

前記アクチュエータの移動速度を検出する速度検出手段と、

前記速度検出手段により検出された移動速度と所定の目標速度とのずれ量に基づいてフィードバック制御により速度制御を実行する速度制御手段と、

前記ディスクの領域外に配置され、前記ヘッドのアンロード及びロードを行うランプと、を備えた記憶装置であって、

前記ヘッドの位置を検出する位置検出手段を備え、

前記ヘッドのロードまたはアンロード動作時に前記位置検出手段により検出された位置が所定の位置に達したかどうかの位置判定を行う位置判定手段と、

前記速度制御手段が、前記位置判定に基づいて、フィードバック制御の帯域を広帯域側に切換える帯域切換え手段、あるいは所定のフィードフォワード制御操作量を前記フィードバック制御の制御操作量に付加するフィードフォワード補償手段を有することを特徴とする記憶装置。

(付記2) 前記位置判定により前記所定の位置に達した場合に、前記帯域切換え手段が広帯域側に切換え、あるいは、前記フィードフォワード補償手段がフィードフォワード制御操作量を付加することを特徴とする付記1記載の記憶装置。

(付記3) 前記位置判定により前記所定の位置に達した場合は、前記ずれ量が所定量を超えるかどうかを判定する速度変化判定手段を更に備え、

前記判定により前記所定量を超えた場合に、前記帯域切換え手段が広帯域側に切換え、あるいは、前記フィードフォワード補償手段がフィードフォワード制御操作量を付加することを特徴とする付記1記載の記憶装置。

(付記4) 前記ヘッドのアンロード動作時において、前記所定の位置は、前記ヘッドがランプに略当たる位置であることを特徴とする付記1～3のうち、いずれか一項記載の記憶装置。

(付記5) 前記ランプは、ヘッドをディスク媒体から引き上げるスロープ部と、スロープ部に続く平坦部からなり、

前記ヘッドのロード動作時において、前記所定の位置は、ランプの平坦部とスロープ部との境界部であることを特徴とする付記1～3のうち、いずれか一項記載の記憶装置。

(付記6) 前記位置検出手段は、所定の基準位置からの距離を算出して前記ヘッドの位置を検出することを特徴とする付記1～5のうち、いずれか一項記載の記憶装置。

(付記7) 前記距離は、前記速度検出手段により検出された移動速度を積分して求められることを特徴とする付記6記載の記憶装置。

(付記8) 前記アクチュエータの位置を表示する位置表示手段をさらに有し、

前記距離は位置表示手段により表示された位置に基づいて求められることを特徴とする付記6記載の記憶装置。

(付記9) 前記位置表示手段は、前記アクチュエータに設けられたロータリーエンコーダあるいは光学式スケールを用いることを特徴とする付記8記載の記憶装置。

(付記10) 前記所定の基準位置は、回動するアクチュエータが機械的に制限されて停止する位置であることを特徴とする付記6～9のうち、いずれか一項記載の記憶装置。

(付記11) 前記所定の基準位置は、磁気ディスクに記録されたサーボ情報に基づく所定のシリンダ位置であることを特徴とする付記6～9のうち、いずれか一項記載の記憶装置。

(付記12) 前記ヘッドのアンロード動作時において、前記所定のシリンダ位置は磁気ディスクの外周側のシリンダ位置であることを特徴とする付記11記載の記憶装置。

(付記13) 前記外周側のシリンダ位置が最外周のシリンダであることを特徴とする付記12記載の記憶装置。

(付記14) 所定の他の位置を更に設け、

前記位置判定により前記ヘッドが前記所定の他の位置に達した場合に、前記帯域切換え手段が狭帯域側に切換え、あるいは、前記フィードフォワード補償手段がフィードフォワード制御操作量の付加を停止することを特徴とする付記1～13のうちいずれか一項記載の記憶装置。

(付記15) 前記所定の他の位置は、

アンロード動作時は、前記ヘッドをディスク媒体から引き上げるスロープ部と、スロープ部に続く平坦部からなるランプのスロープ部と平坦部との境界部であり、

ロード動作時は、前記ヘッドがランプから略離れる位置であることを特徴とする付記 14 記載の記憶装置。

(付記 16) ディスク媒体上を浮上してディスク媒体に情報を記録再生するヘッドを支持すると共に、前記ディスク媒体の半径方向に回動し、前記ディスクの領域外に配置されたランプにより前記ヘッドのアンロード及びロード行うアクチュエータの移動速度を検出し、該移動速度と所定の目標速度とのずれ量に基づいてフィードバック制御により速度制御を実行するアクチュエータの移動制御方法であって、

前記ヘッドのロードまたはアンロード動作時にヘッドの位置を検出する第 1 のステップと、

前記ヘッドが所定の位置に達したかどうかの位置判定を行う第 2 のステップと、

前記第 2 のステップの位置判定に基づいて、速度制御の帯域を広帯域側に切換え、あるいは所定のフィードフォワード制御操作量を前記フィードバック制御の制御操作量に加える第 3 のステップと、を備えることを特徴とするアクチュエータの移動制御方法。

(付記 17) 前記第 2 のステップの前記位置判定により所定の位置に達した場合に、前記第 3 のステップを実行することを特徴とする付記 16 記載のアクチュエータの移動制御方法。

(付記 18) 前記第 2 のステップと第 3 のステップとの間に、前記位置判定により所定の位置に達した場合に前記ずれ量が所定量を超えるかどうかを判定するステップを更に備え、

前記判定により前記所定量を超えた場合に第 3 のステップを実行することを特徴とする付記 17 記載のアクチュエータの移動制御方法。

【図面の簡単な説明】

【0146】

【図 1】 ランプロード・アンロード方式を説明するための図である。

【図 2】 アクチュエータの従来のフィードバック制御を実行した場合の速度変化を示す図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施の形態に係る磁気ディスク装置の平面図である。

【図 4】 第 1 の実施の形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【図 5】 アクチュエータのリフトタブとランプとの位置関係を拡大して示す平面図である。

【図 6】 図 5 の X-X 矢視図である。

【図 7】 第 1 の実施の形態の速度 F B 制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図である。

【図 8】 第 1 の実施の形態のアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャートである。

【図 9】 第 1 の実施の形態のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図である。

【図 10】 第 1 の実施の形態のロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャートである。

【図 11】 第 1 の実施の形態のロード動作時の動作説明のためのタイミング図である。

【図 12】 第 1 の実施の形態の変形例のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図である。

【図 13】 本発明の第 2 の実施の形態の速度 F B 制御系の制御操作量に F F 制御操作量を付加するタイプの速度制御ブロック図である。

【図 14】 (A) 及び (B) は第 2 の実施の形態のアンロード動作時の時間と F F 制御操作量の関係を示す図である。

【図 15】 第 2 の実施の形態のアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を

示すフローチャートである。

【図16】第2の実施の形態のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図である。

【図17】本発明の第3の実施の形態の速度FB制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図である。

【図18】第3の実施の形態のアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャートである。

【図19】第3の実施の形態のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図である。

【図20】本発明の第4の実施の形態の速度FB制御系の速度制御操作量にFF制御操作量を付加するタイプの速度制御ブロック図である。

【図21】第4の実施の形態の磁気ヘッドのアンロード動作時のアクチュエータの移動制御方法を示すフローチャートである。

【図22】第4の実施の形態のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図である。

【図23】本発明の第5の実施の形態の速度FB制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図である。

【符号の説明】

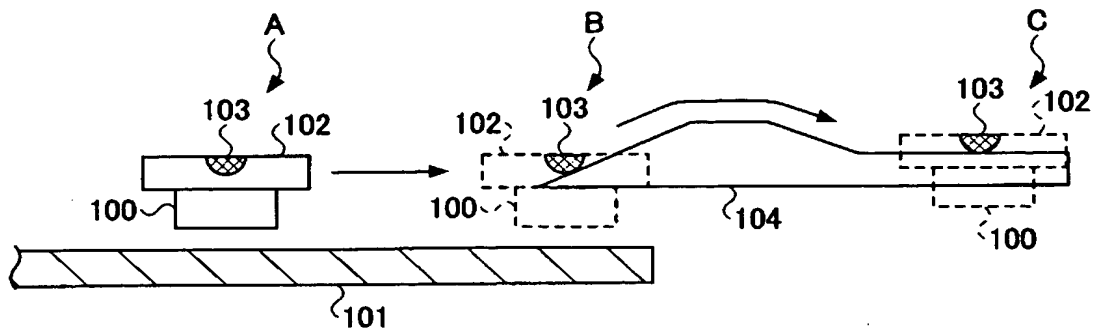
【0147】

10…磁気ディスク装置、 11…磁気ディスク、 12…磁気ヘッド、 13…ディスクエンクロージャ、 14…アクチュエータ、 15…サスペンション、 16…VCM、 17…ハブ、 18…永久磁石、 19…回転軸、 20…ランプ、 21…リフトタブ、 22…アウトーストップパ、 23…インナーストップパ、 24…フレキシブルプリント回路板(FPC)、 25…プリアンプ、 26…SPM、 30…VCM・SPMドライバ、 31…コントローラ、 32…RDC、 33…HDC、 34…SPM駆動回路、 35…VCM駆動回路、 36…VCM逆起電力検出回路、 38…MPU、 39…メモリ、 40…信号処理回路、 41…サーボ復調器、 45…コンパレータ、 46…PI制御器、 47…帯域切換え器、 48、48a…位置検出器、 49…位置判定器、 51…FF制御器、 52…クロック計数器、 53…クロック発生器、 54…FF制御操作量読出器、 55…速度検出窓生成器、 56…速度判定器、 58…位置表示器

【書類名】 図面

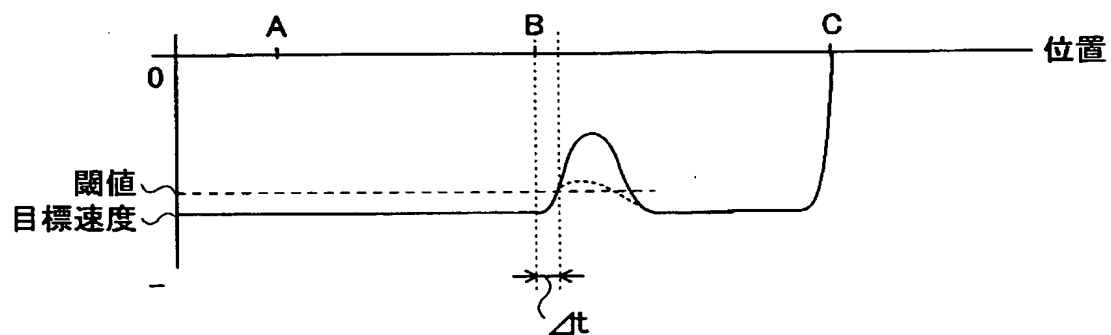
【図 1】

ランプロード・アンロード方式を説明するための図



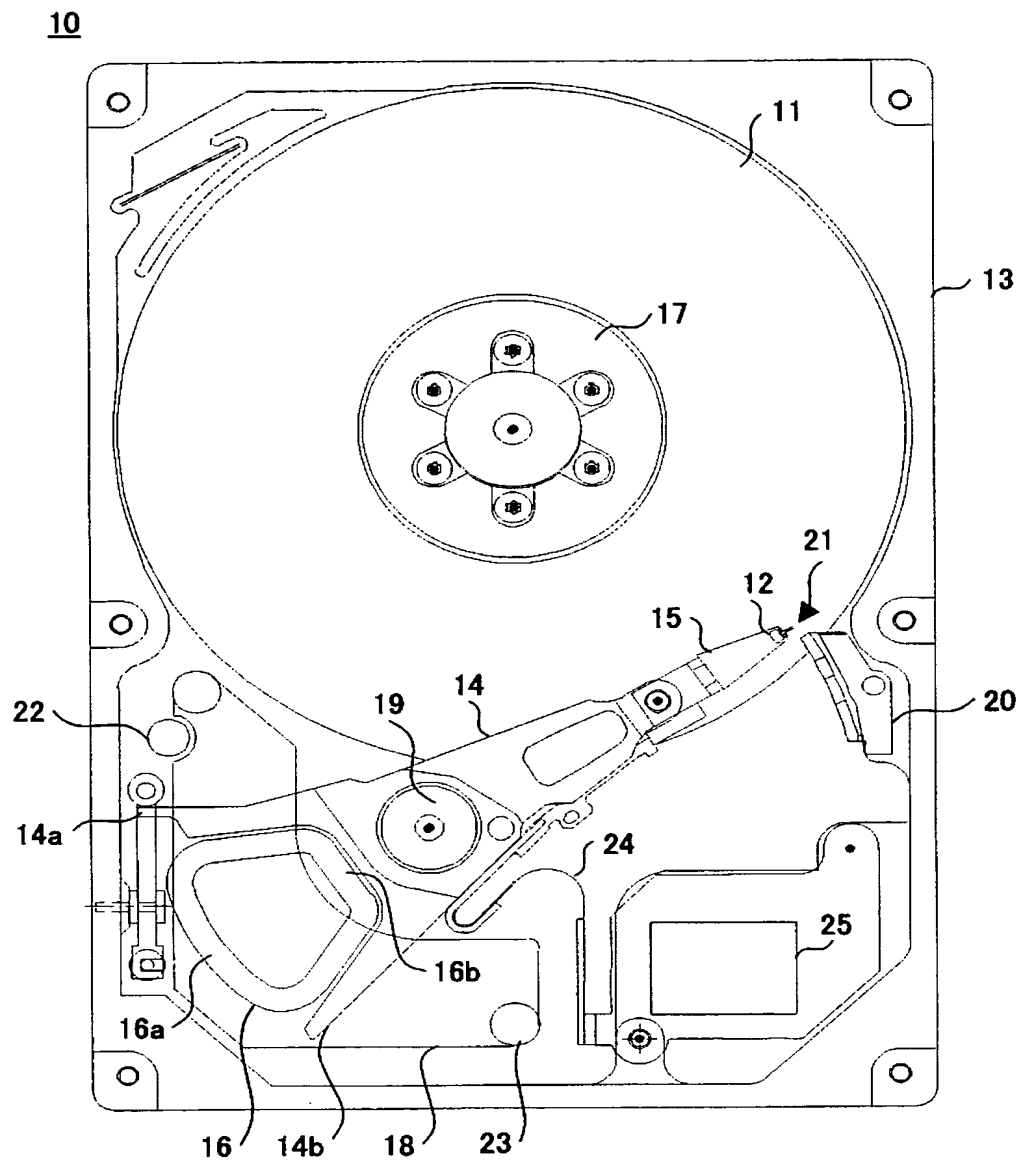
【図 2】

アクチュエータの従来のフィードバック制御を実行した場合の速度変化を示す図



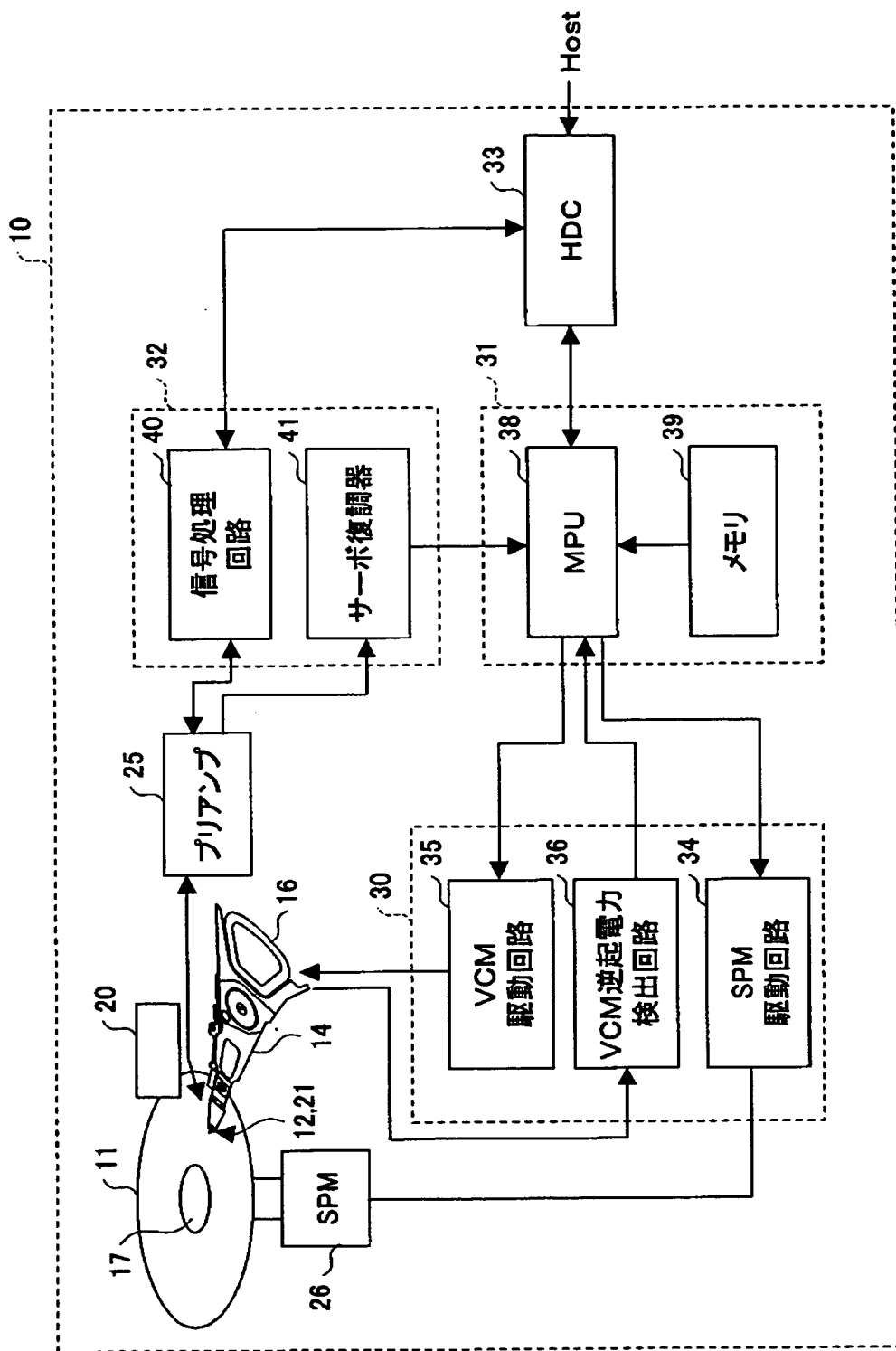
【図 3】

本発明の第1の実施の形態に係る磁気ディスク装置の平面図



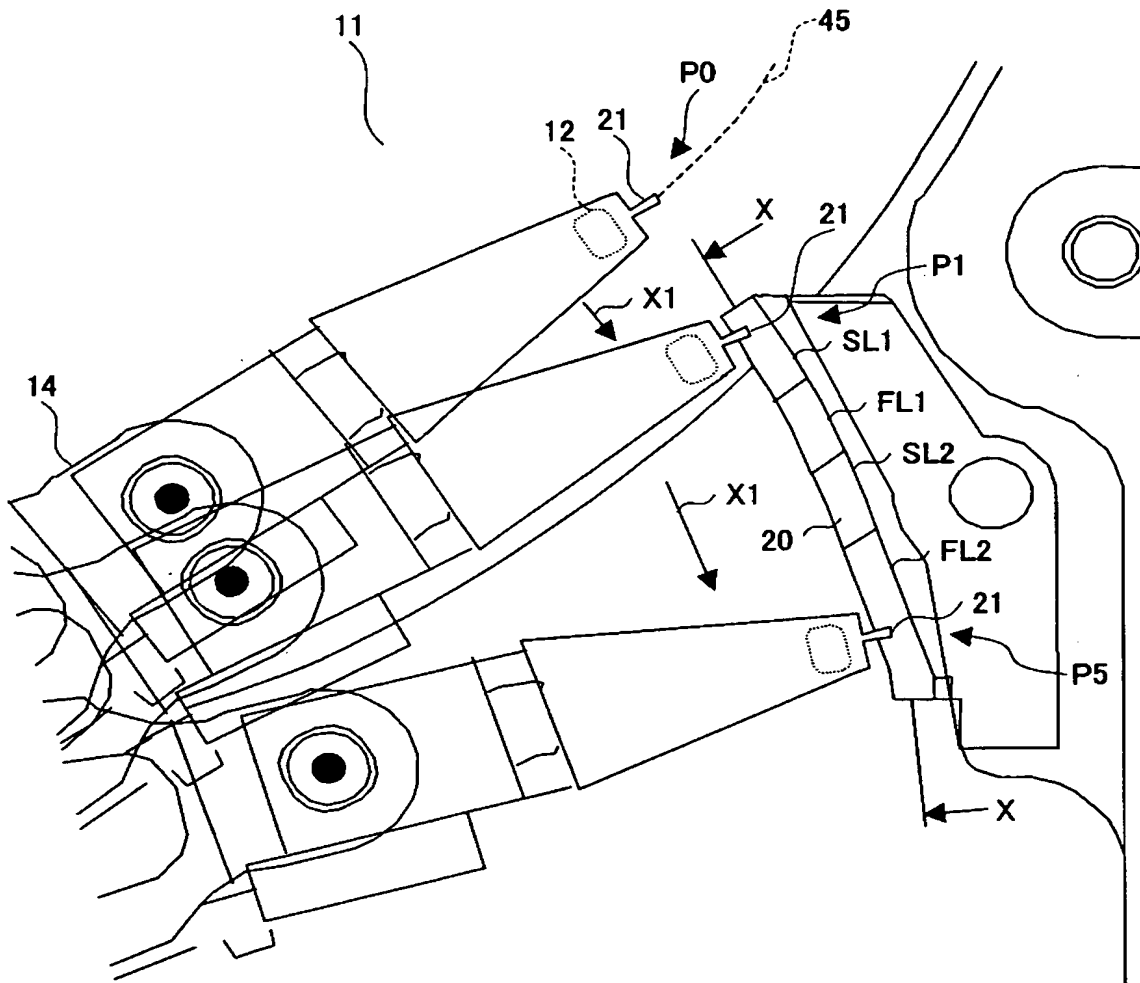
【図 4】

第1の実施の形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図



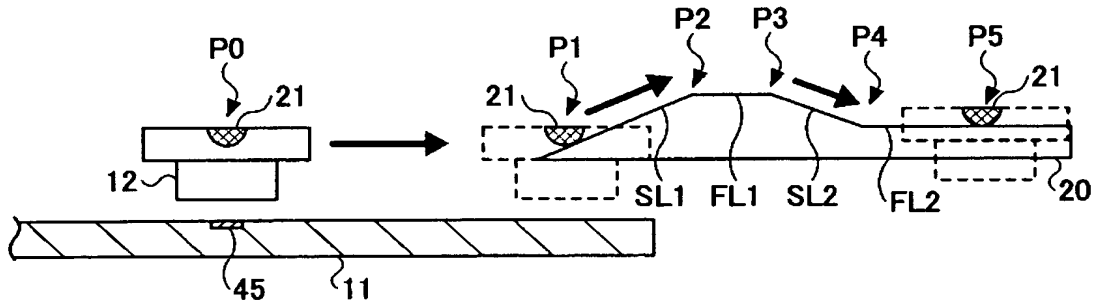
【図 5】

アクチュエータのリフトタブとランプとの位置関係を拡大して示す平面図



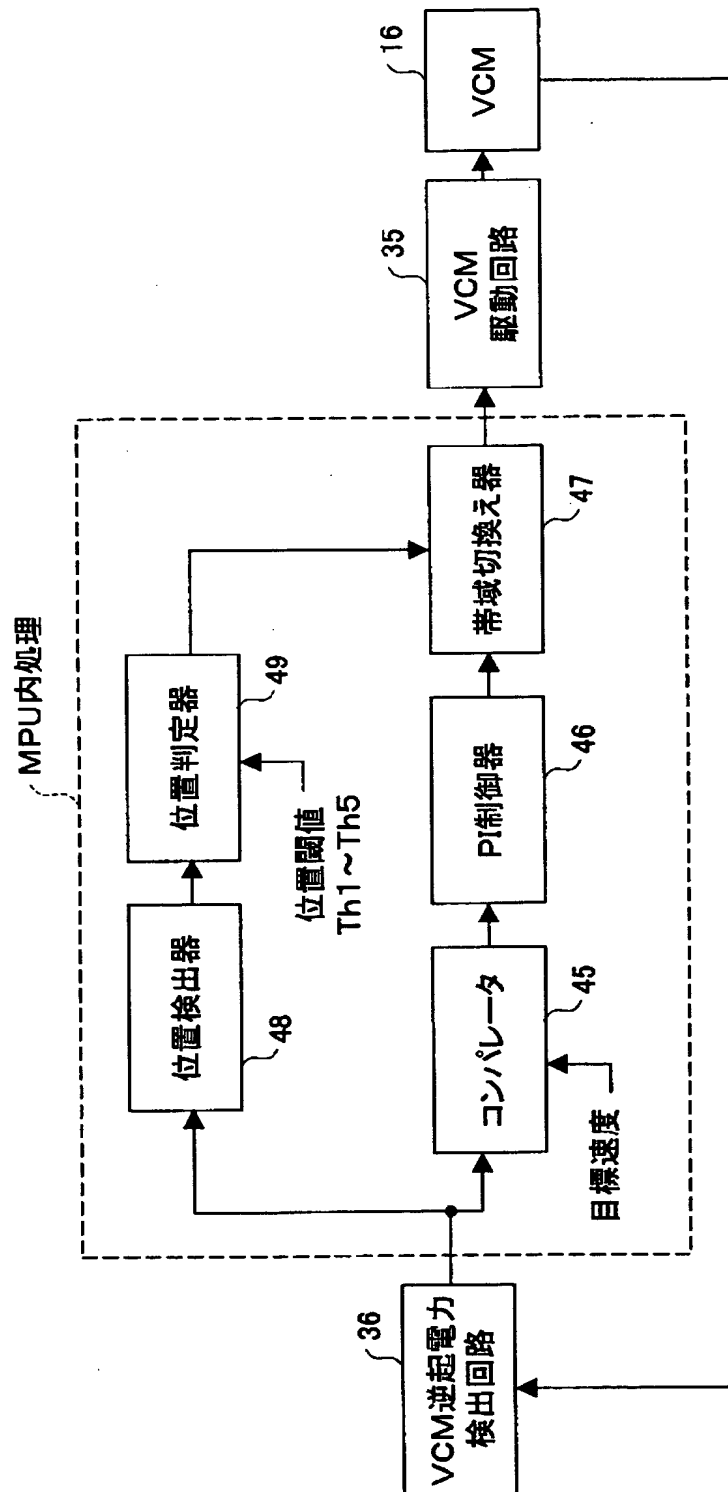
【図 6】

図5のX-X矢視図

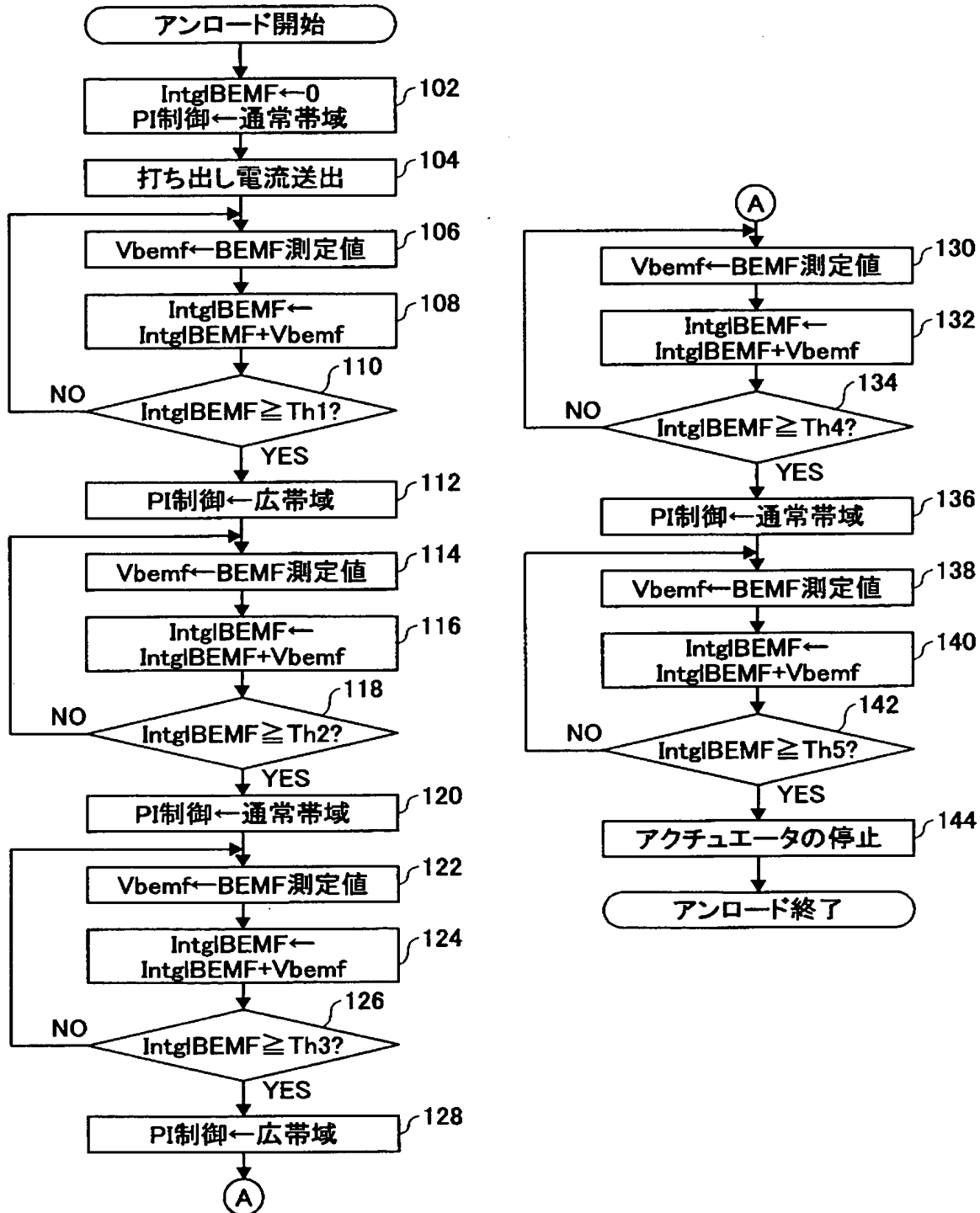


【図 7】

第1の実施の形態の速度FB制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図

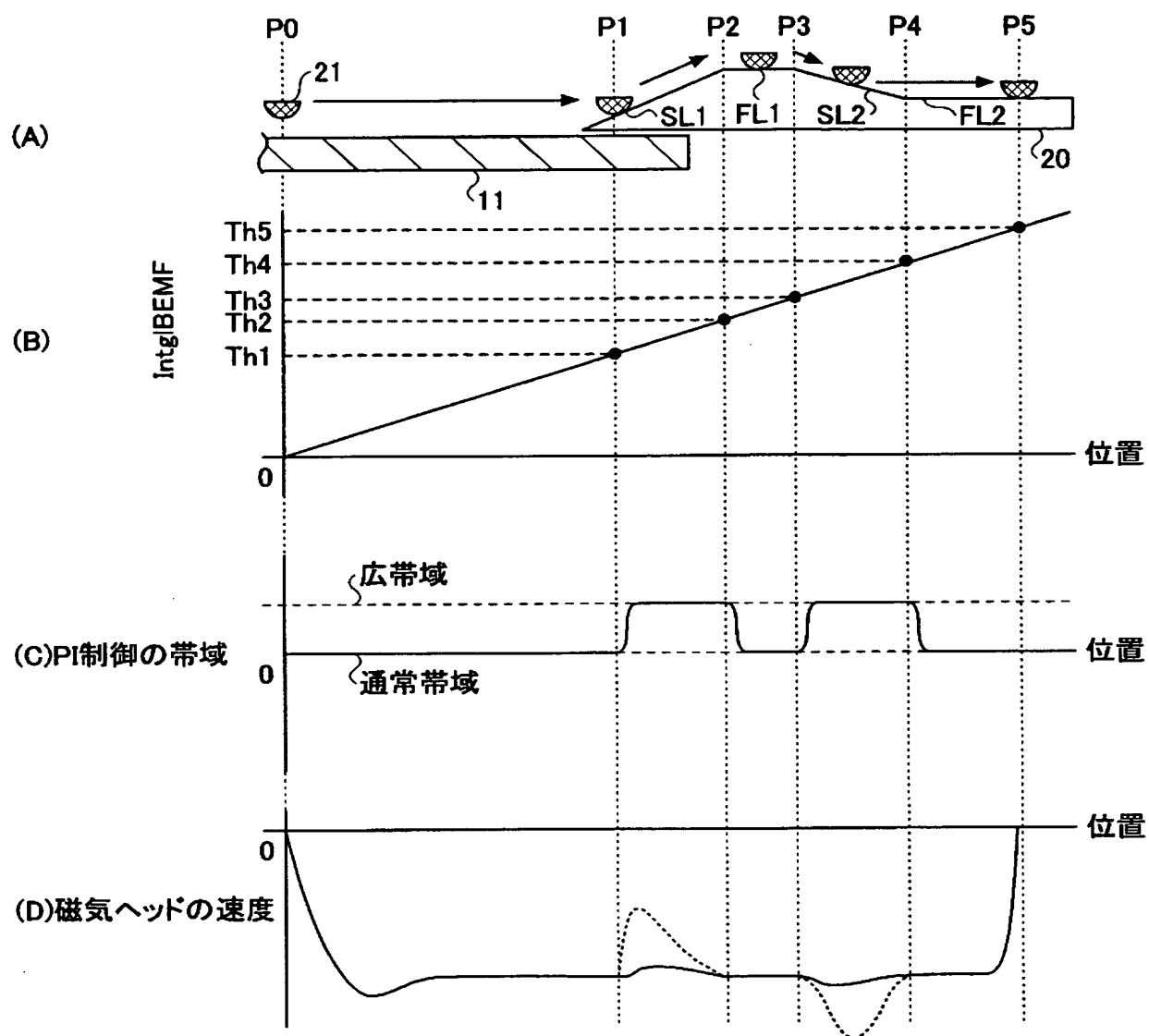


【図 8】

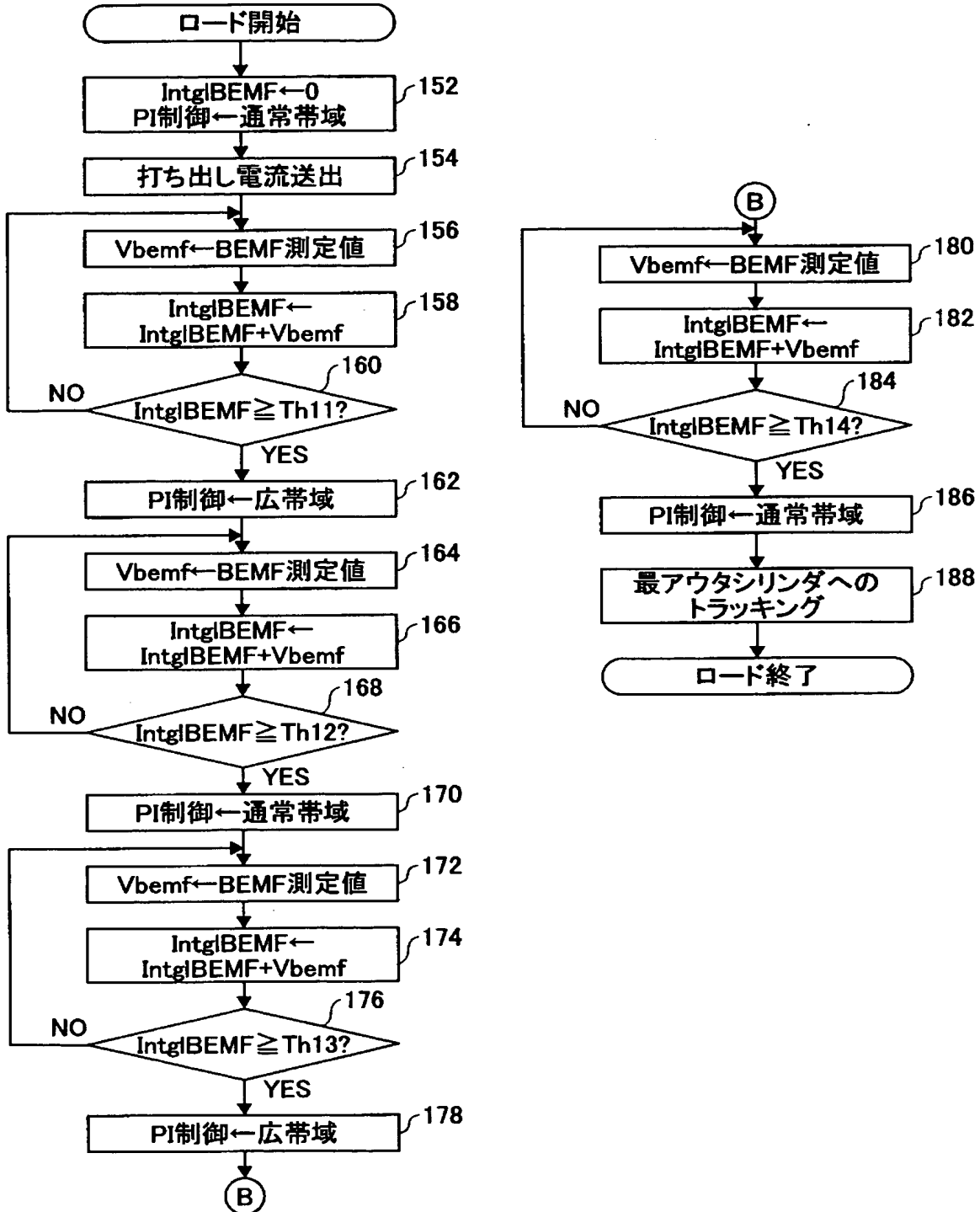
第1の実施の形態の磁気ヘッドのアンロード動作時の
アクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート

【図 9】

第1の実施の形態のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図

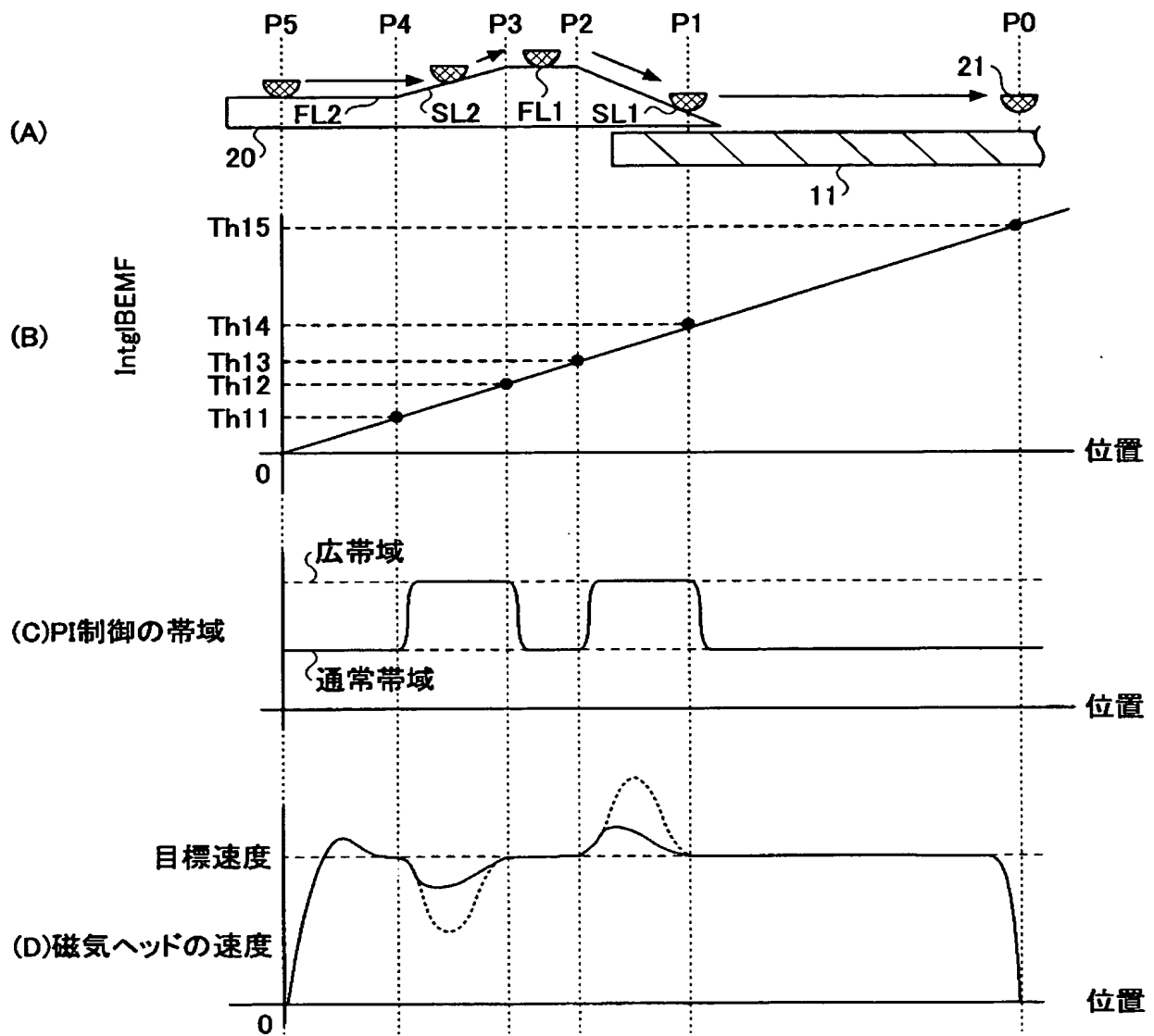


【図10】

第1の実施の形態の磁気ヘッドのロード動作時の
アクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート

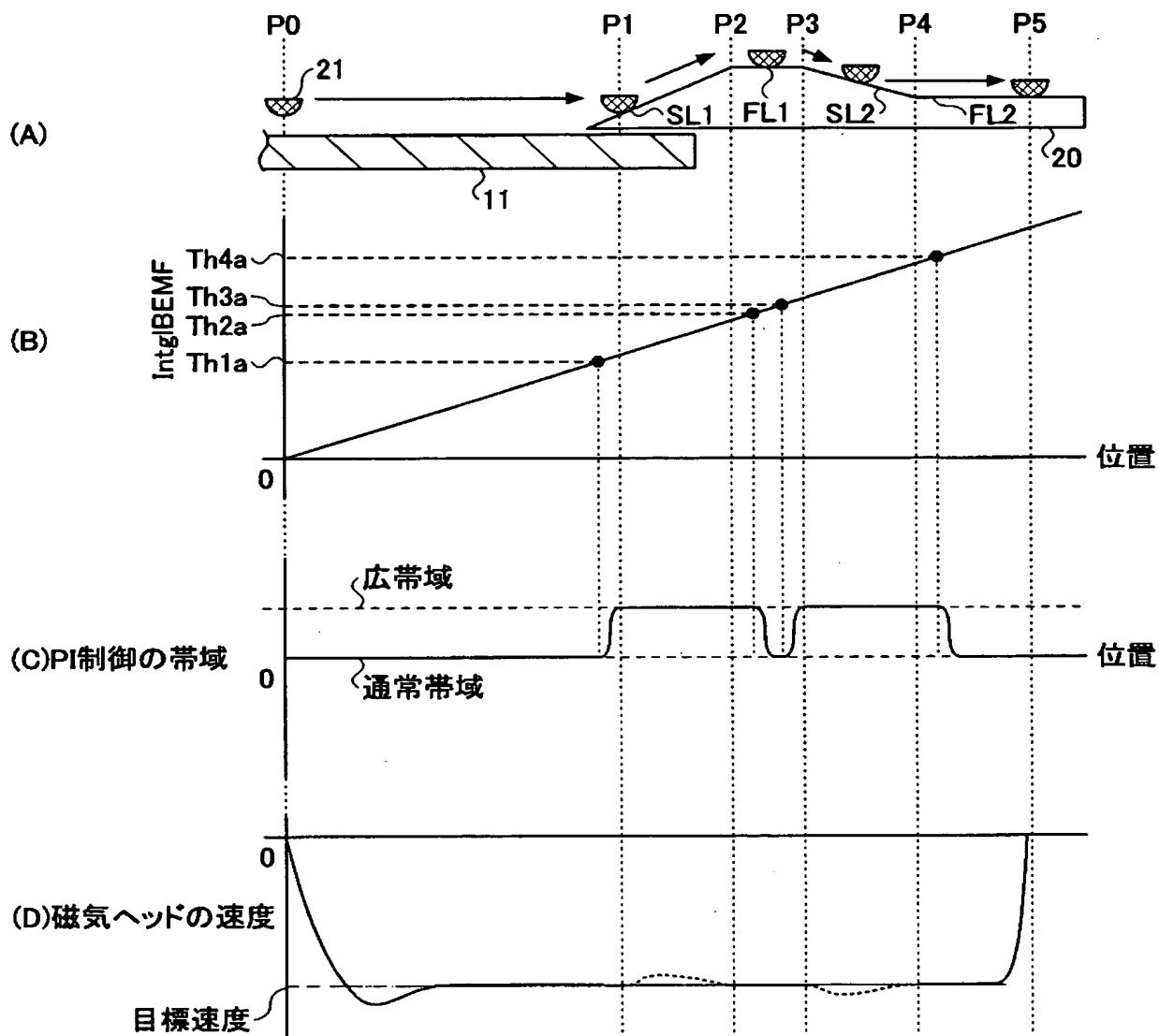
【図 11】

第1の実施の形態の変形例のロード動作時の動作説明のためのタイミング図



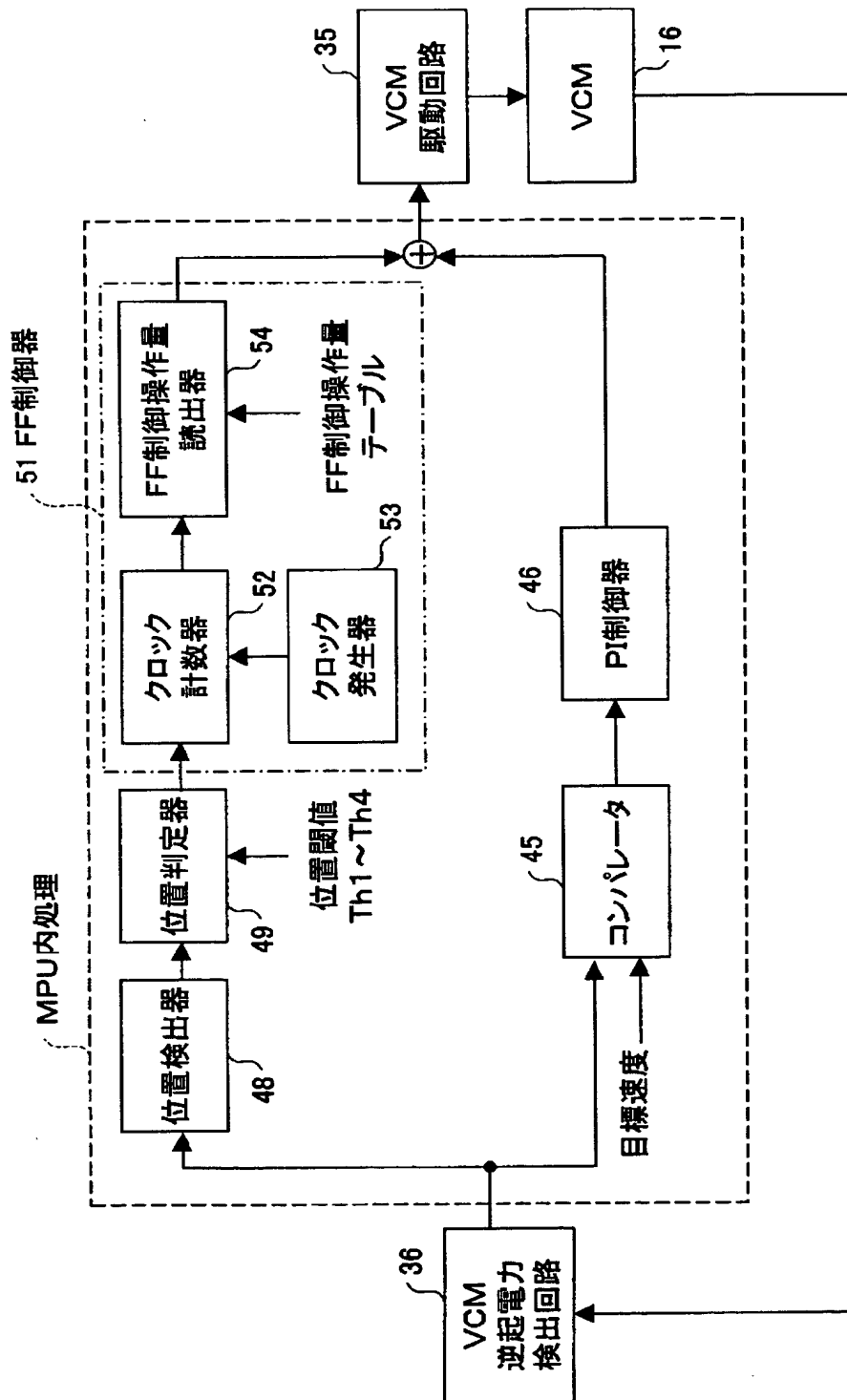
【図 12】

第1の実施の形態のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図



【図13】

本発明の第2の実施の形態の速度FB制御系の制御操作量に
FF制御操作量を付加するタイプの速度制御ブロック図



【図 14】

(A) 及び (B) は第 2 の実施の形態のアンロード動作時の
時間と FF 制御操作量の関係を示す図

(A)

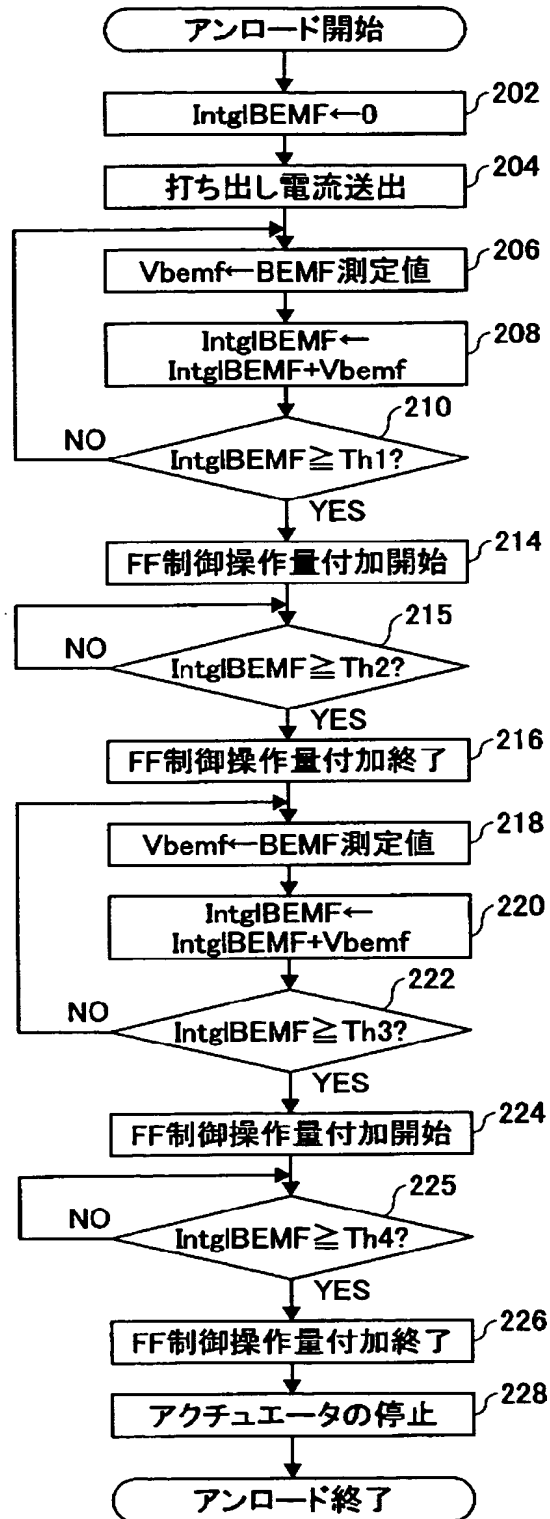
時間	FF 制御操作量
0	-1
1	-3
2	-6
:	:
m-2	-6
m-1	-3
m	-1

(B)

時間	FF 制御操作量
0	1
1	3
2	6
:	:
n-2	6
n-1	3
n	1

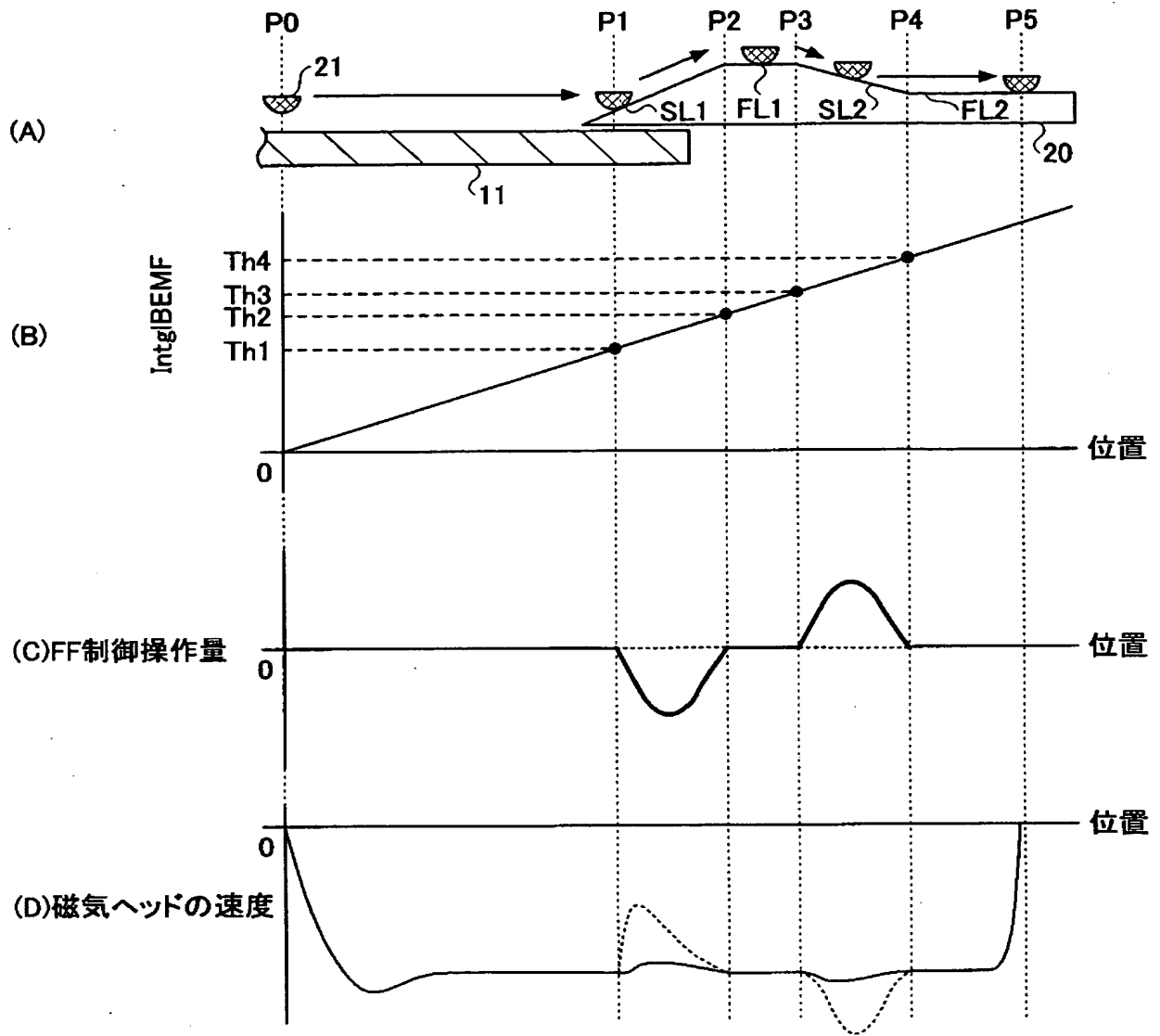
【図15】

第2の実施の形態の磁気ヘッドのアンロード動作時の
アクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート



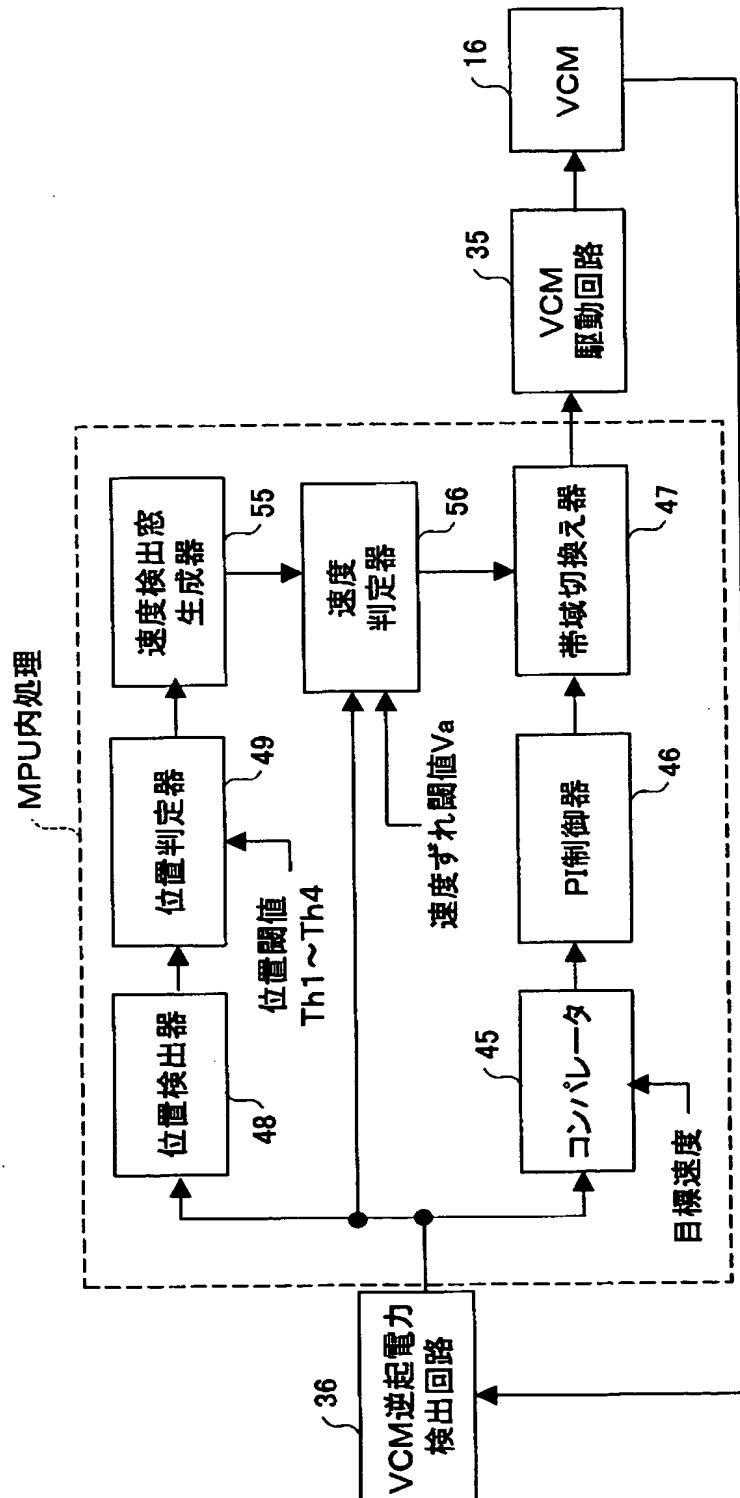
【図 16】

第2の実施の形態のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図



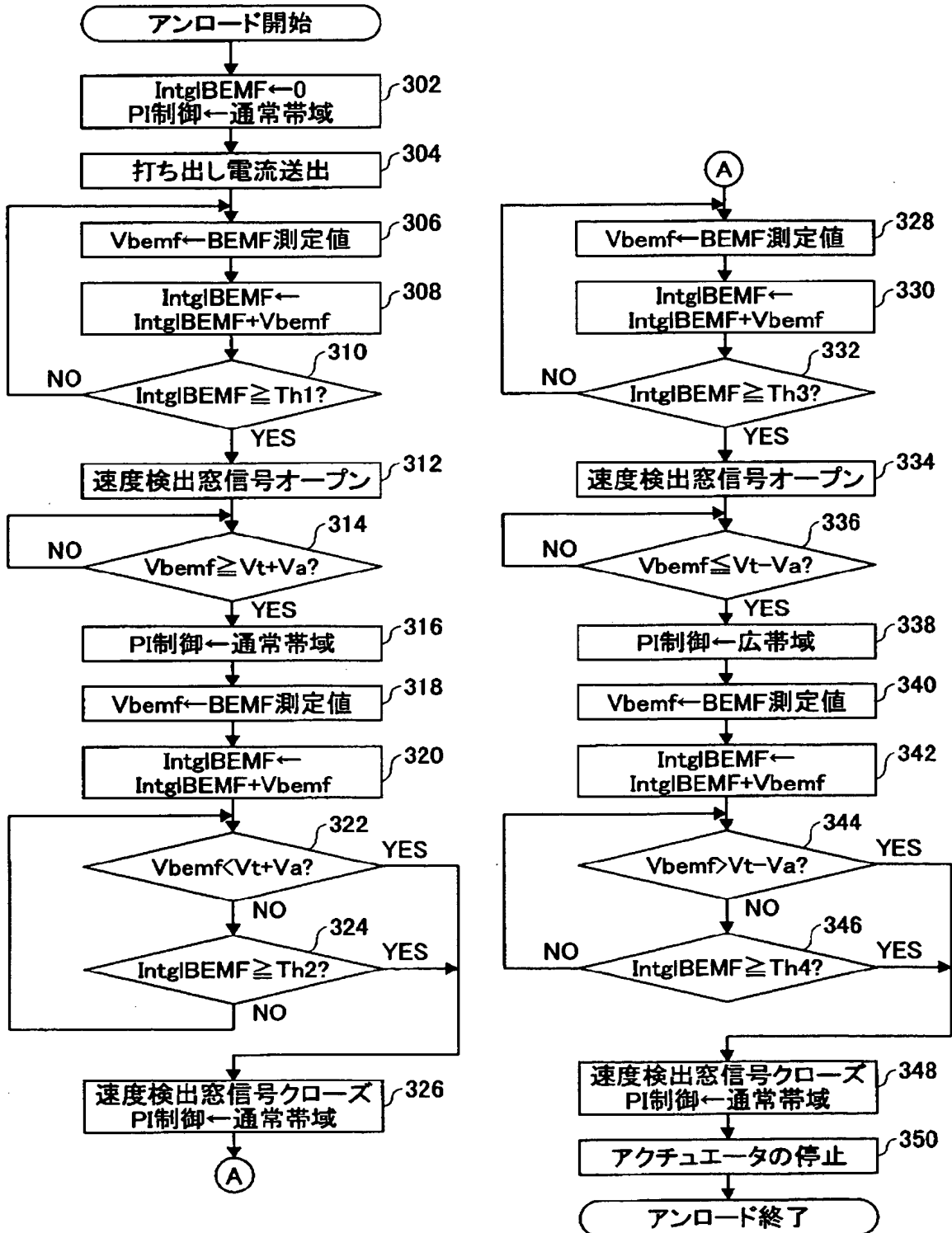
【図17】

本発明の第3の実施の形態の
速度FB制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図



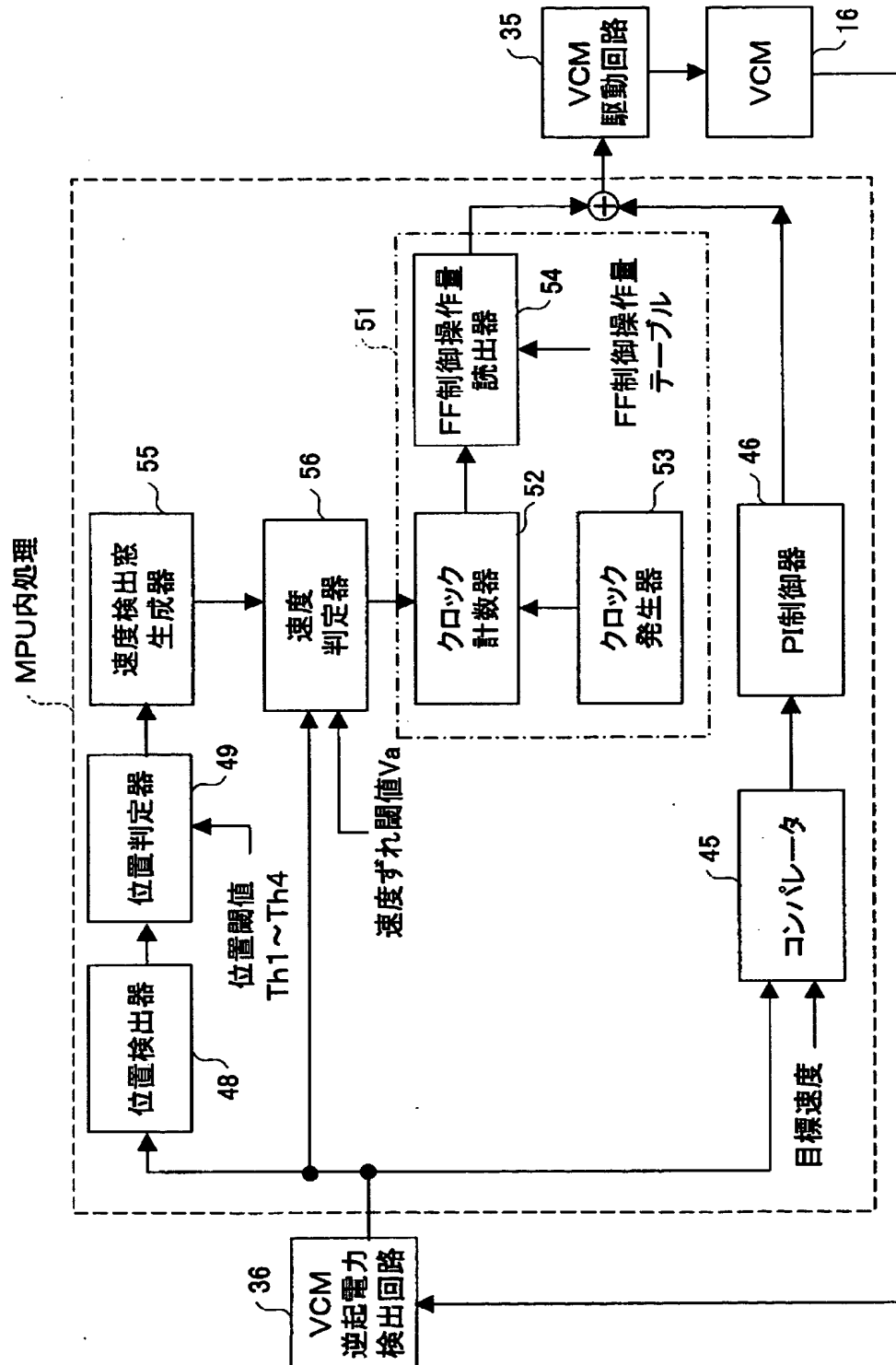
【図 18】

第3の実施の形態の磁気ヘッドのアンロード動作時の
アクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート



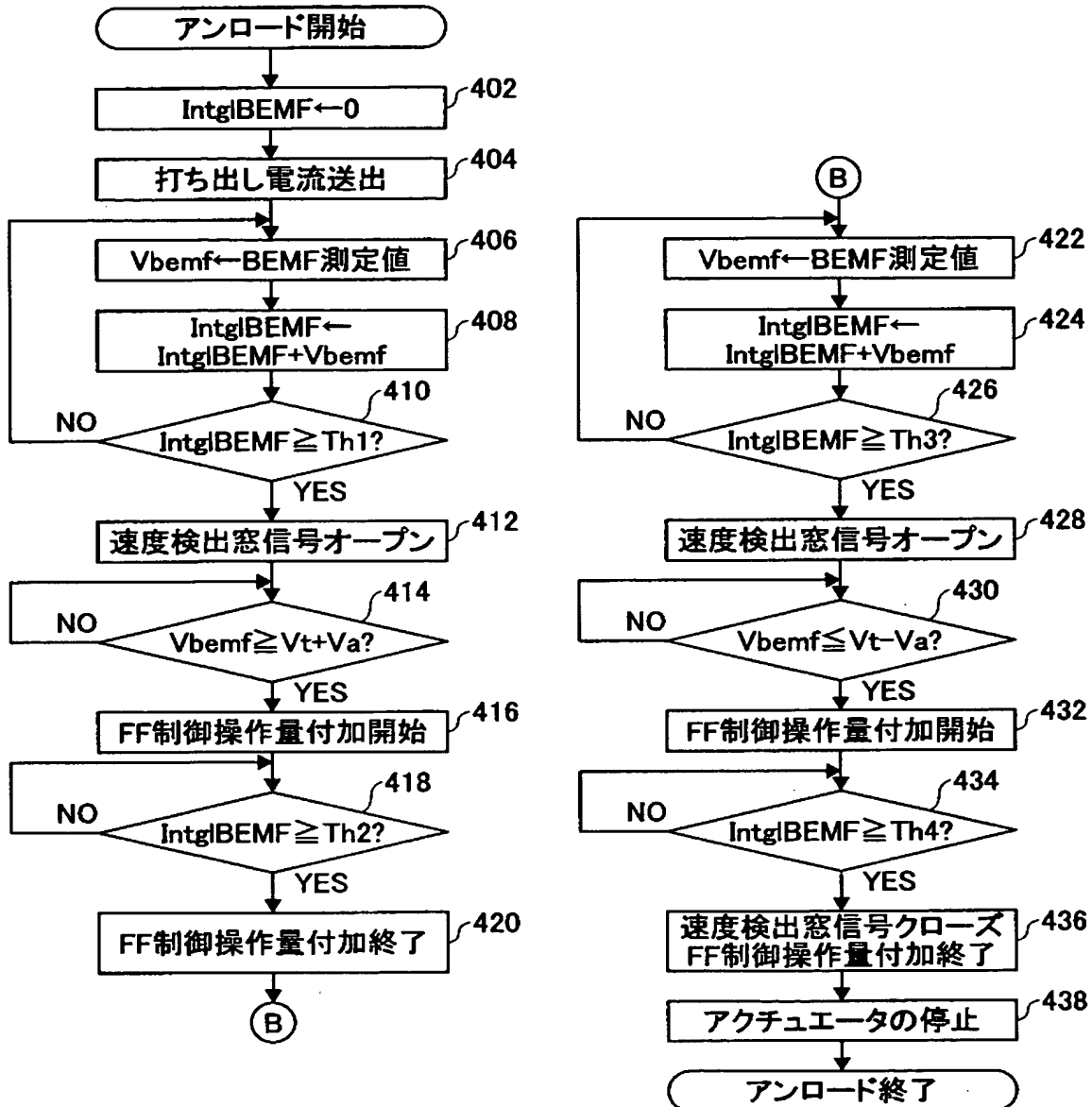
【図 20】

本発明の第4の実施の形態の速度FB制御系の制御操作量に
FF制御操作量を付加するタイプの速度制御ブロック図



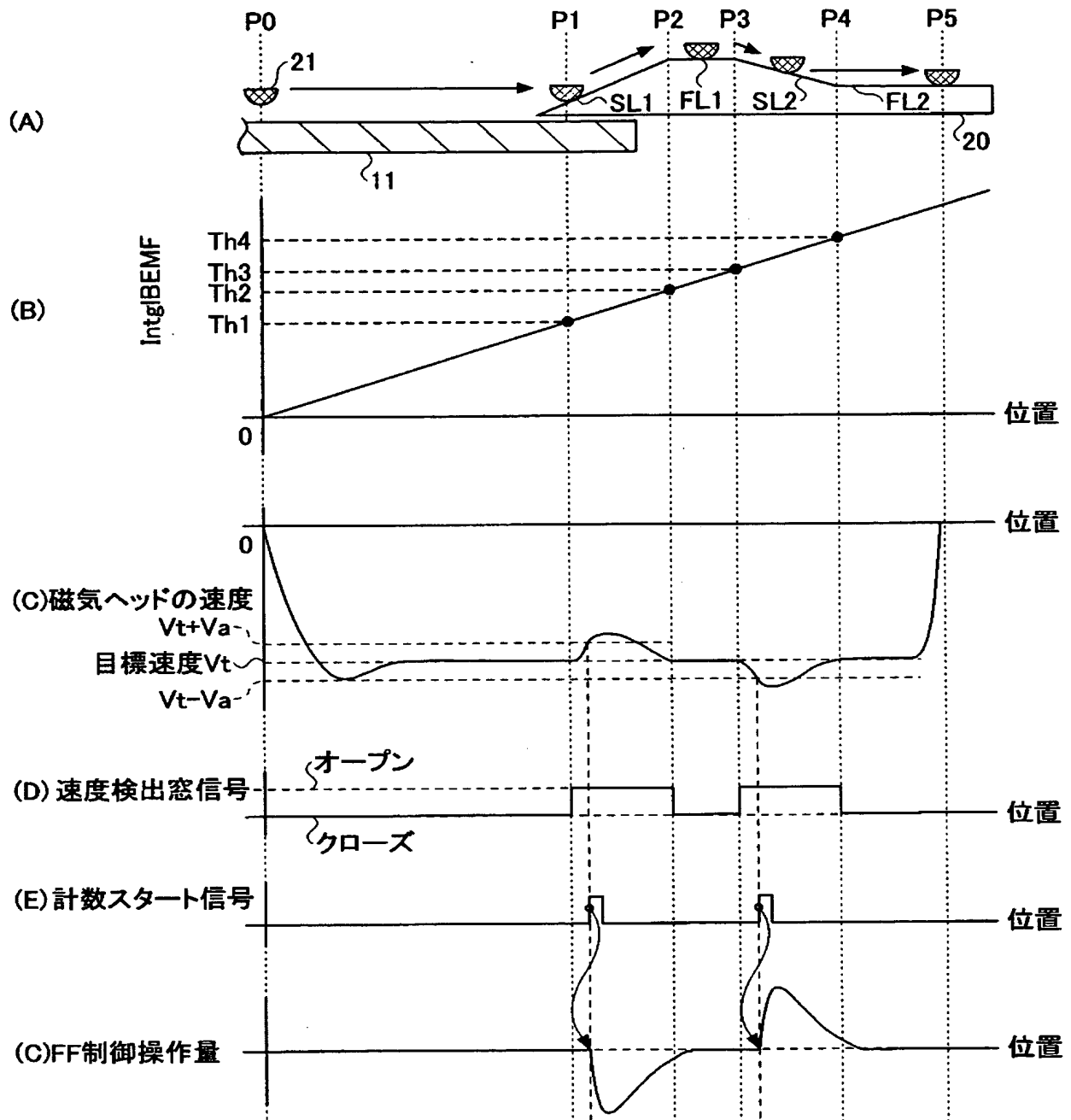
【図 21】

第4の実施の形態の磁気ヘッドのアンロード動作時の
アクチュエータの移動制御方法を示すフローチャート



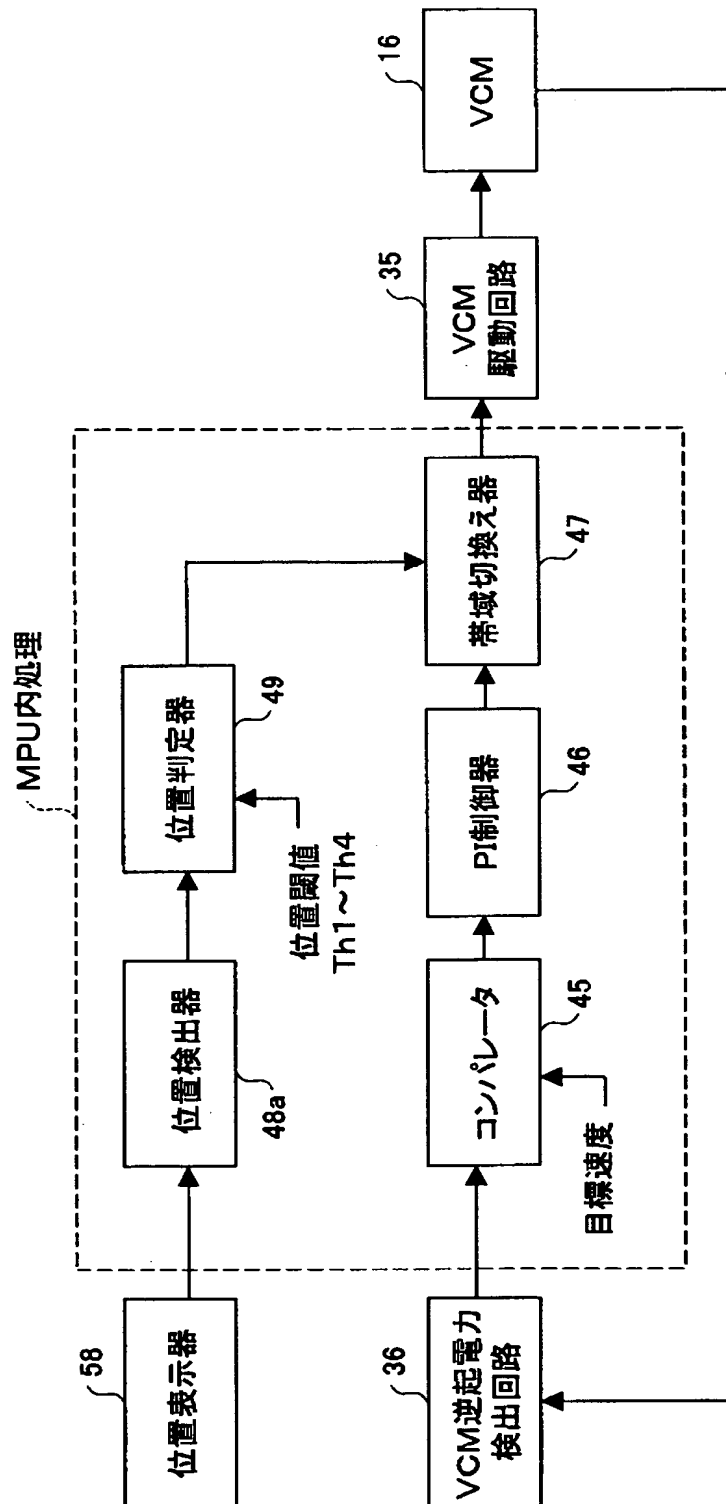
【図 22】

第3の実施の形態のアンロード動作時の動作説明のためのタイミング図



【図 23】

本発明の第5の実施の形態の
速度FB制御系を構成する帯域を変更するタイプの速度制御ブロック図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 優れた耐衝撃性及び耐振動性能を有し、高速ランプロード・アンロード動作が可能な記憶装置及びアクチュエータの移動制御方法を提供する。

【解決手段】 VCM逆起電力検出回路からアクチュエータの移動速度に比例するBEMF値を位置検出器48により磁気ヘッドの位置を求め、位置判定器49により磁気ヘッドがランプに衝突する位置に相当する位置閾値Th1と一致するか否かを判定し、一致する場合は帯域切換え器47によりアクチュエータのフィードバック制御系のPI制御器46によるPI制御の帯域を広帯域側に切換える等の制御操作量を増加等する処理を行う。位置判定器49では速度変化が生じ始める位置や速度変化が小となり始める位置についても位置判定を行い帯域切換え器47によりPI制御の帯域を切換える等を行う。

【選択図】 図7

特願 2 0 0 3 - 3 8 8 1 4 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住 所

氏 名

住所変更

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

富士通株式会社